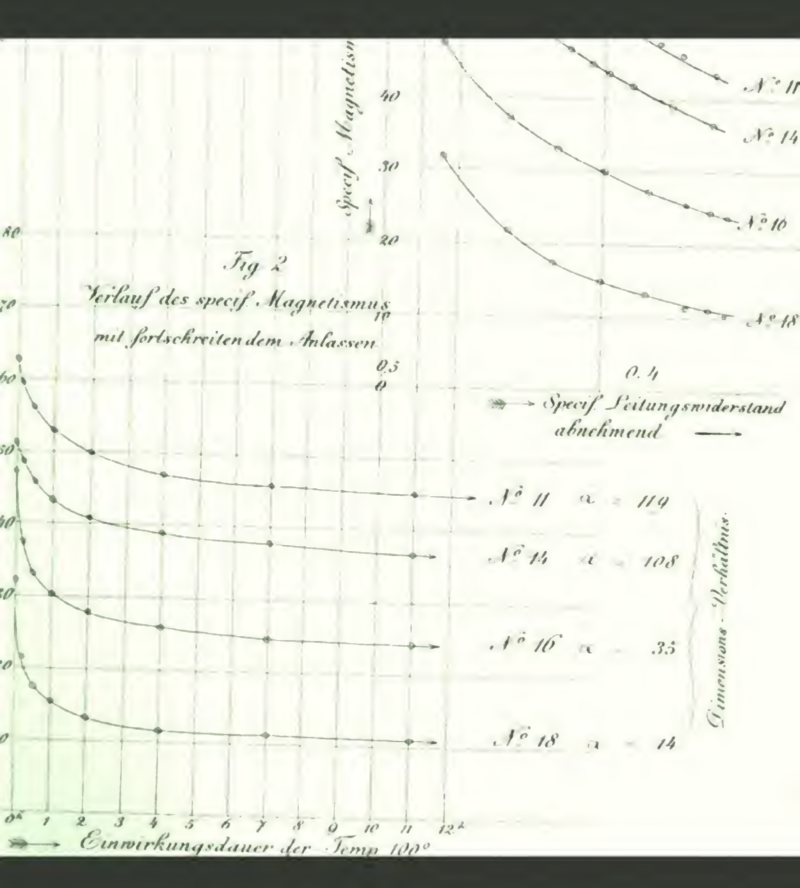
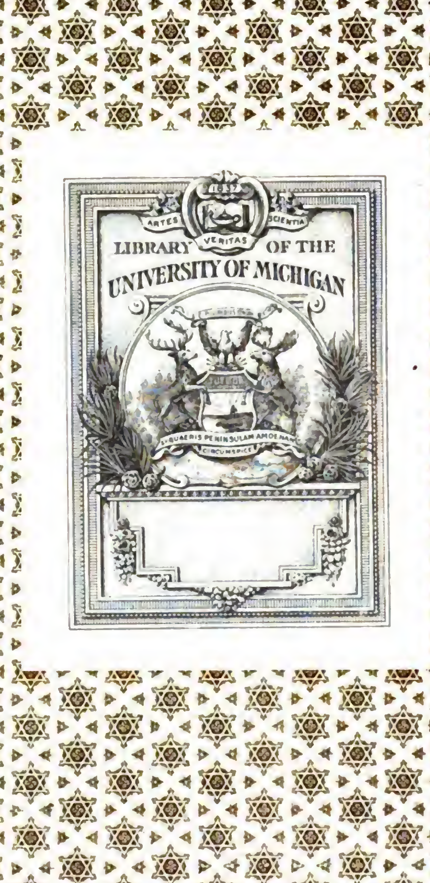
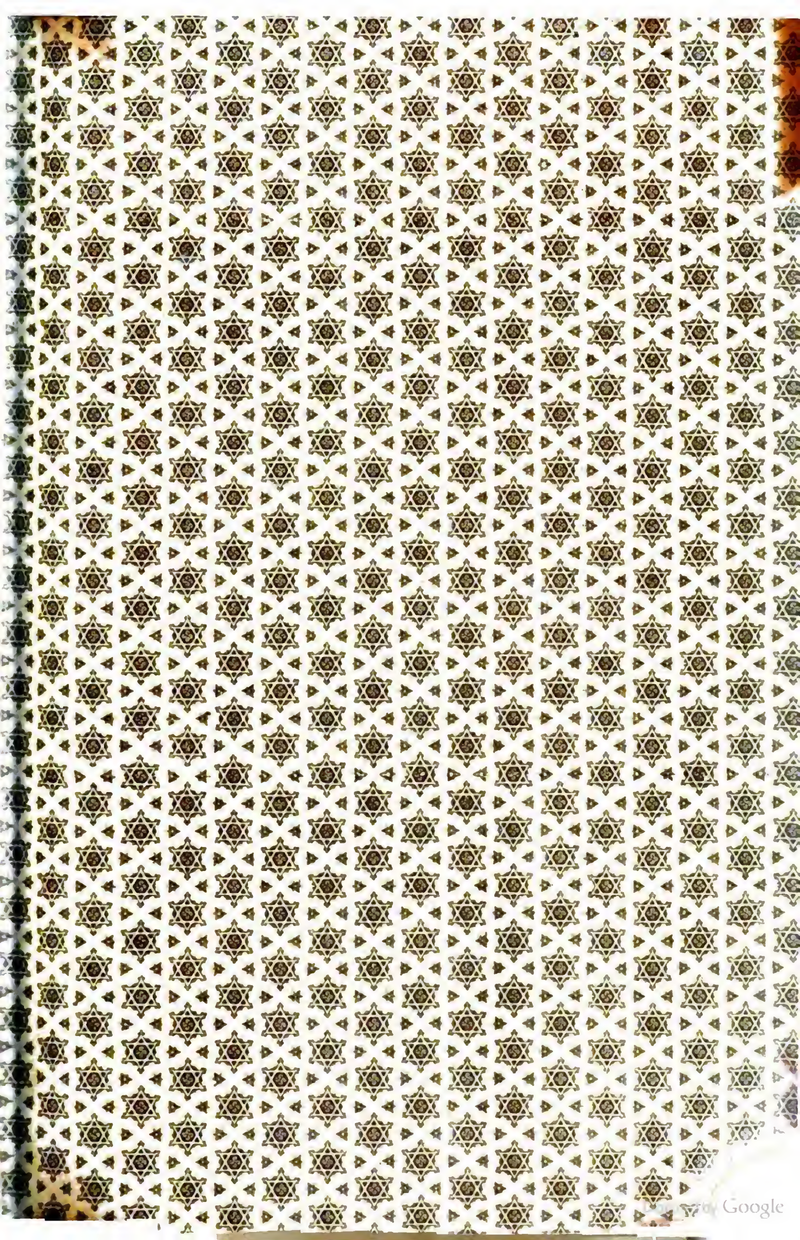


Verhandlungen der Physikalisch-medincinischen ...

Physikalisch-medicinische Gesellschaft, Würzburg


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKAL.-MEDICIN. GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT

DR. JOHANNES GAD PROF. DR. W. REUBOLD
DR. HANS VIRCHOW.

NEUE FOLGE. XVII. BAND.

MIT 13 LITHOGRAPH. TAFELN.

WÜRZBURG.

DRUCK & VERLAG DER STAHEL'SCHEN UNIVERS.-BUCH- & KUNSTHANDLUNG.

1883.

INHALT

des

XVII. Bandes.

Ueber die

centrale Natur reflectorischer Athmungshemmung.

Von

CARL WEGELE.

(Mit einer Curventafel und 1 Xylographie.)

§ 1.

Die Erziehungserfolge, welche wir an uns selbst sowohl als an den uns untergebenen Menschen und Thieren erreichen, lassen sich zum grossen Theil auf eine höhere Ausbildung von Hemmungsvermögen zurückführen. Mögen wir an unserer eigenen geistigen und sittlichen Entwickelung arbeiten, indem wir den Egoismus im Interesse des Gesammtwohls zurückdrängen, mögen wir durch Erziehung die natürlichen Triebe und Anlagen des Menschen zu veredeln und zu verfeinern suchen, mögen wir Thiere zwingen, sich unserem Willen anzubequemen, — immer müssen wir ursprüngliche Regungen hemmen und uns oder andere an Neues und Ungewohntes anpassen.

Aber nicht nur an geistigen Functionen oder an dem Willen unterworfenen Handlungen können wir diese Warnehmung machen, sondern auch an gewissen unwillkürlichen Bewegungsvorgängen unseres Körpers. So sagt *Johannes Müller*[1]), und hat erst vor Kurzem wieder *Du Bois-Reymond*[2]) hervorgehoben: dass die Vervollkommnung in Leibesübungen fast ebenso in Beseitigung unzweckmässiger Mitbewegungen besteht, wie in Geläufigmachung der nöthigen Bewegung". Ein bedeutendes Interesse haben ferner

---

1) „Handbuch der Physiologie des Menschen". Bd. II. Abth. 1. S. 85.

2) „Ueber die Uebung". Rede zur Stiftungsfeier für die Militärbildungsanstalten gehalten. Berlin 1881.

die Forscher seit lange den Reflexbewegungen und ihren Hemmungen zugewandt. Gehört es doch zu den gewöhnlichen Erfahrungen, dass eine Menge von unwillkürlichen, reflectorisch ausgelösten Bewegungen bei Neugeborenen auftreten, deren Lästigkeit und Unzweckmässigkeit den Individuen mit der wachsenden Intelligenz mehr und mehr bewusst wird und von welchen sie sich deshalb immer mehr frei machen. Das sind längst gekannte und oft geschilderte Thatsachen; in den Annahmen aber über die Art und Weise des Zustandekommens der Hemmungen gehen die Ansichten der Forscher noch auseinander. So hat eine Reihe von Autoren geglaubt, diese Vorgänge als im Centrum selbst sich abspielende betrachten zu müssen.

Setschenow[1]) glaubte auf Grund der Beobachtung, dass durch Reizung gewisser Hirntheile (thalamus opticus, Vierhügel), medulla oblongata) das Eintreten von Reflexen gehindert oder wenigstens verzögert wird, annehmen zu müssen, dass das Hemmungsvermögen ausschliesslich bestimmten Centralgebieten zukomme. Da man aber fand, dass Reizung sensibler Nerven, sowie der sensorischen Rückenmarksstränge an dem enthirnten Thiere denselben Effekt hat, so müsste man sich Hemmungscentren über das ganze Cerebrospinalsystem ausgedehnt denken und die Annahme lokalisirter Hemmuugscentren fällt damit fort.

Herzen und *Schiff*[2]) glaubten von der bekannten Erfahrung ausgehend, dass ein Schmerz durch einen gleichzeitig an anderer Stelle zugefügten schmerzhaften Eingriff gemildert wird, in Ermüdungserscheinungen die Ursache der Hemmungen finden zu sollen, welchem Erklärungsversuch aber die Thatsache entgegensteht, dass Ermüdung die Hemmungsthätigkeit herabsetzt, so dass eine Erregung, die anfänglich einen Reflex hemmt, später nach eingetretener Ermüdung denselben verstärken kann[3]).

Goltz erklärt sich die Hemmungen durch die Annahme, dass beim Zusammentreffen zweier Reize der eine die Erregbarkeit der Ganglienzelle herabsetze, ohne den der Erregbarkeitsverminderung zu Grunde liegenden Vorgang näher zu specifiziren.

---

[1]) „Physiologische Studien über die Hemmungsmechanismen der Reflexerregbarkeit des Rückenmarks". Berlin 1863.

[2]) *Herzen* „Sur les centres modérateurs de l'action reflex" p. 65. Turin 1864.

[3]) *W. Wundt*, „Untersuchungen zur Mechanik der Nerven" S. 78. Erlangen 1871.

Cyon[1]) hat im Anschluss an eine schon früher von *Claude Bernard* aufgestellte Hypothese die Ursache der Hemmungen in Interferenz der Erregungswellen gesucht, die zu Stande kommen könne, wenn zwei Reize die nemliche Ganglienzelle treffen. Je nach dem Winkel, welche die eine zuleitende Nervenfaser mit der zweiten sensibeln und der abgehenden motorischen bildet, sollen die entstandenen Wellen sich entweder verstärken oder aufheben.

Die Schwierigkeit der Erklärung liegt wol darin, dass man sich zwar leicht vorstellen kann, wie durch Erregung eine Zelle in Thätigkeit versetzt wird, aber dafür jede Analogie fehlt, dass durch einen zugeleiteten Erregungsprocess ein reizbares Gewebselement zur Ruhe gebracht werde. Dem Verständniss näher gerückt wird ein solcher Vorgang vielleicht, wenn man mit *Gad*[2]) die von *Virchow* aufgestellte Unterscheidung verschiedener Thätigkeitsformen der Zellen zur Erklärung herbeizieht und nicht nur den uns als Thätigkeit erscheinenden Zustand der Erregung, sondern auch die scheinbare Ruhe als Thätigkeit auffasst. Eine ähnliche Ansicht spricht *Wundt*[3]) aus, wenn er sagt: „Wo sich fortwährend Moleküle um die nemliche Gleichgewichtslage bewegen, erscheint uns die Materie ruhend". Seine auf diesem Grundsatz fussenden Ideen über das Zustandekommen von Erregungen und Hemmungen sollen im Zusammenhang mit einer ganz neuerdings von *Heidenhain* aufgestellten wesentlich auf Annahme von Interferenzen hinauslaufenden Hypothese erst am Schlusse dieser Arbeit besprochen werden.

Im Gegensatz zu den bisher angeführten Autoren hat vor Kurzem *W. Schlösser*[4]), anschliessend an schon früher von *Schiff*[5]) gemachte Beobachtungen, auf Grund fein durchdachter Experimente, die er am enthirnten Frosch vornahm, darzuthun versucht, dass alle Reflexhemmungen, namentlich aber die reflectorischen Hemmungen reflectorisch ausgelöster Bewegungen, durch Einleitung antagonistischer Bewegungen zu Stande kämen und

[1]) „Bulletin de l'academie de St. Petersbourg" VII. Dec. 1870.

[2]) „Ueber Apnoë und über die in der Lehre von der Athemthätigkeit angewandte Terminologie". Würzburg 1880. S. 27.

[3]) „Grundriss der psychologischen Physiologie". Leipzig 1880. S. 234.

[4]) *Du Bois-Reymonds* Archiv für Physiologie, Jahrgang 1880. S. 303 „Untersuchungen über die Hemmungen von Reflexen".

[5]) Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie" S. 199 u. 200.

J. Munk[1]) hat die ganze Lehre von der Hemmung der Reflexbewegungen unter den Gesichtspunkt der Hemmung durch Antagonisteninnervation zu bringen versucht. — Wenn es nun ganz allgemein schon unwahrscheinlich ist, dass sich in jedem Fall von Hemmung die Thätigkeit eines Antagonistenmuskels genau mit der des ursprünglich innervirten decken werde, so gibt es speciell für den Herzmuskel, dessen Thätigkeit doch auch fortwährend durch den n. vagus regulirt und gehemmt wird, überhaupt keinen Antagonisten.

Herr Dr. *J. Gad* schlug mir vor, um zu ermitteln, ob *Schlösser*'s Satz nicht auch sonst einige Einschränkungen zu erfahren habe, die Untersuchungen über diesen Gegenstand aufzunehmen und zwar die Hemmungserscheinungen bei der Athmung einer eingehenden Beobachtung zu unterziehen. Herrn Dr. *Gad*, welcher diese Untersuchungen leitete und mir immer bereitwilligst mit freundlichem Rath zur Seite stand, spreche ich hiemit meinen herzlichsten Dank aus.

Experimentell untersucht hat *Schlösser*, wie gesagt, nur Fälle, bei denen es sich um reflectorische Hemmung reflectorisch eingeleiteter Bewegungen handelt. Ob die Athembewegungen unter diese Kategorie fallen, können wir nicht mit Bestimmtheit sagen, da wir nicht sicher wissen, ob sie reflectorisch oder automatisch unterhalten werden. Wenn aber auch, wie es höchst wahrscheinlich ist, die Athembewegungen auf automatische Erregung centraler Apparate zurückzuführen ist, so liegt doch kein Grund vor, einen verschiedenen Mechanismus für reflectorische Hemmung reflectorisch oder automatisch eingeleiteter Bewegungen anzunehmen. Für die Wahrscheinlichkeit, dass bei der Athmungshemmung nicht die Innervation von Antagonistenmuskeln das Wesentliche sei, sondern die Verhinderung des Zustandekommens eines Bewegungsimpulses im Centrum selbst, spricht das Resultat der Selbstbeobachtung, wie es *A. Fick* in seinem Compendium der Physiologie[2]) ausgedrückt hat. Immerhin ist es wichtig genug, hiefür einen objectiven Beweis beizubringen, da die Selbstbeobachtung für den Beobachter ja vollständig beweisend sein kann, einem andern hingegen, sei es dass er zu einem anderen Resultat gelangt ist, oder auch Selbsttäuschung für möglich hält, nicht zu genügen braucht.

---

[1]) „Physiologie des Menschen u. der Säugethiere". Berlin 1881. S. 392 u. 393.

[2]) 2. Aufl. S. 268.

Reflexhemmung durch Reizung des n. trigeminus.

§ 2.

Zum Zweck des Versuches wurde die bekannte zuerst von *Schiff*[1]) und dann von *Hering* und *Kratschmer*[2]) beobachtete Erscheinung benutzt, dass man durch Reizung im Ausbreitungsgebiet des n. trigeminus eine Athempause in Exspiration erhält, in welcher Phase der Athmung auch die Reizung erfolgen mag. Dabei ist es gleichgültig, ob dieselbe von den *Nervenendigungen* aus auf *chemische* Weise, wie durch Einblasungen von Tabakrauch, Ammoniak, Chloroformdämpfen in die Nase oder *mechanisch* durch Kneipen des *Nervenstammes* vorgenommen wird. Würde man nun das nämliche Experiment an einem Thier machen, bei welchem die Exspirationsmuskulatur von der Reflexbahn des n. trigeminus abgetrennt ist, so dürfte, wenn wirklich die Hemmung nur durch Innervation von Antagonistenmuskulatur zu Stande käme, kein Respirationstillstand eintreten.

Die Ausschaltung der Exspiratoren geschieht am besten durch eine Rückenmarksdurchtrennung oberhalb der exspiratorischen Athemmuskelcentren, d. h. in der Gegend des unteren Halsmarkes, wodurch die gesammte Exspirationsmuskulatur dem Einfluss des regulatorischen Athemcentrum entzogen wird.

Als Versuchsthiere wurden Kaninchen benutzt. Chloralnarkose wurde nur angewandt, wenn die Athmung zu unregelmässig vor sich ging und auch dann wurde sie nur bis zu einem mässigen Chloralschlaf mit erhaltenem Cornealreflex getrieben. Wir begannen mit der Eröffnung der Luftröhre und Einlegung einer Trachealkanüle, welche mit einer Vorlage in Gestalt einer doppelt tubulirten Flasche von 5000 Cubikcentimeter Inhalt verbunden wurde. Die zweite Oeffnung dieser Flasche wurde mit den von *Gad*[3]) angegebenen Acroplethysmographen in Verbindung gesetzt, einem Apparat, mit welchem sich nicht nur die Athemgrösse, sondern auch die übrigen Attribute des Athemtypus bestimmen lassen.

---

[1]) Comptes rendus 1861. LIII. p. 85 u. 330.

[2]) Wiener akademische Sitzungsberichte; mathemat.-naturwissenschaftliche Section, 2. Abth. 1870. LXII. 147.

[3]) *Du Bois-Reymond*'s Archiv für Physiologie 1879, S. 181 „Ueber einen neuen Pneumatographen".

Curve Ia

ist am intakten Thier aufgenommen. Nachdem man sich überzeugt hatte, dass die Athmung nichts Abnormes darbot, wurde bei (*) Ammoniakdampf mittels eines Ballons in die Nase geblasen und die Curve zeigt in Folge dessen den bekannten Respirationsstillstand in Exspiration, der in diesem Falle 20 Sek.[1]) andauert, wonach die Athmung wieder normal wird.

Hierauf schritten wir zur *Operation der Rückenmarksdurchschneidung.* In der Gegend der unteren Halswirbel wurden zuerst Haut und Muskulatur in der Mittellinie gespalten, dann der letzte Hals- und erste Brustwirbel mit dem Raspatorium freigelegt, um einen möglichst klaren Ueberblick über die Wundfläche zu erhalten. Derselbe wurde durch heftige Blutungen vielfach erschwert, welche grösstentheils aus dem Wirbelkanal zu kommen schienen und denen auch mehrere Thiere erlagen. Um jetzt die Wirbelsäule zu eröffnen, wurde mittels der Knochenzange zwischen zwei Wirbeln eingegangen und die Bögen auf beiden Seiten durchtrennt. Sobald der Wirbelkanal ausgiebig eröffnet war, pflegte die Blutung zu stehen. Sodann wurde mittels einer nach Art der Aneurysmennadeln construirten Nadel aus plattgehämmerten Kupferdraht, die den Grössenverhältnissen des Wirbelkanals genau angepasst war, ein Faden unter das Rückenmark geführt und dasselbe entweder gleich oder erst später mittels Zuziehen der Schlinge durchschnitten[2]). Zur Vermeidung neuer Blutung wurde Penghawar in die Wunde eingelegt und dieselbe geschlossen.

Wenn man das Versuchsthier nun gleich nach Rückenmarkstrennung mit obigem Apparat verbindet, oder erst wenn es mit ihm verbunden ist, das Mark abschnürt, so beobachtet man im Anfang Reizungserscheinungen, deren Einfluss auf die Athmung jedoch ein sehr rasch vorübergehender ist. War die Athmung wieder zur Norm zurückgekehrt, so wurden Ammoniakdämpfe in die Nase geblasen; die folgenden Curven lassen ersehen, dass der erwartete Erfolg in allen Stücken eintrat.

Curve 1b.

Im Anfang sieht man die durch die Operation nicht mehr beeinflusste Athmung normal verlaufen. Bei (*) wurde Ammoniak

---

[1]) 1 cm der Abscisse = 3 Secunden.

[2]) Der Ort der Durchschneidung wurde jedesmal durch die darauffolgende Autopsie sicher gestellt.

eingeblasen und es erfolgt ein Respirationsstillstand in Exspiration von 19 Sek. Dauer. Bei (**) findet eine zweite Reizung statt, worauf eine begonnene Inspiration deutlich unterbrochen wird und eine Athempause in Exspiration entsteht, die aber nicht so typisch ausfällt und nicht so lange wie vorher anhält (nur 9 Sec.), dies ist auch nicht zu erwarten, da die Nasenschleimhaut durch so heftige Reizung natürlich alterirt sein muss.

Auch bei

Curve II

wird nach Halsmarkdurchschneidung ein deutlicher Stillstand in Exspiration bemerkt, nachdem bei (*) Ammoniak eingewirkt hat. Derselbe dauert 13 Sec. und spricht sich auch in dem Typus der darauffolgenden Athmung noch aus. Es sind nemlich während der nächsten 21 Sec. die Exspirationen noch deutlich verlängert, bis sich allmählig die normale Respiration wieder einstellt.

Denselben Erfolg kann man, wie

Curve III

veranschaulicht, erzielen, wenn man den n. trigeminus nicht von der Nasenschleimhaut auf chemischem Weg, sondern im Schädelinnern mechanisch reizt. Es wurde in diesem Fall ebenso wie früher das Halsmark durchtrennt, sodann der Schädel eröffnet und die Grosshirnhemisphären exstirpirt. Die Athmung zeigt bis dahin ausser etwas verlängerter Exspiration nichts Abnormes. Drückt man nun mit einer Pincette den Nerven über dem Felsenbein peripher vom ganglion Gasseri, so erfolgt ein 9 Sec. andauernder Stillstand in Exspiration, der während der nächsten 9 Secunden von nur wenigen Inspirationen unterbrochen fortdauert, um allmählich dem früheren Athemtypus Platz zu machen. Eine Controle erschien jedoch noch erwünscht, weil man glauben könnte, dass durch die Halsmarkdurchtrennung noch nicht alle Ausathmungsmuskeln dem exspiratorischen Einfluss des n. trigeminus entzogen seien. Es liesse sich ja denken, dass beim Kaninchen der m. serratus anticus maior und der m. latissimus dorsi an heftiger Exspirationsanstrengung sich betheiligten, da beim Menschen die exspiratorische Wirksamkeit des letzteren sicher gestellt, diejenige des ersteren wenigstens von einigen Forschern angenommen wird. Aus diesem Grunde wurden bei einem Versuch, den

Curve IV

vor Augen führt, die Wurzeln V, VI, VII des Cervicalplexus peripher vom Abgang der Fasern des n. phrenicus beiderseits durchschnitten, nachdem Rückenmarksdurchtrennung voraufgegangen war. Durch diesen Eingriff wird die Athmung derart verändert, dass lange Pausen in Exspiration bestehen, hierauf steiler Abfall mit kürzer dauerndem Inspirationstetanus folgt, dann wieder steiles Aufsteigen zur Exspiration mit darauffolgender langdauernder Pause eintritt. Bringt man nun Ammoniakdämpfe auf die Nasenschleimhaut (*), so werden die exspiratorischen Pausen verdoppelt, indem sie von 8 Secunden auf 17 Secunden angewachsen sind, während der Inspirationstetanus keine Aenderung zeigt. Nach 3 Inspirationen ist wieder genau der frühere Typus hergestellt.

Wegen der grossen Schmerzhaftigkeit der Durchschneidung der Cervicalplexus-Wurzeln und wegen der damit verbundenen bedeutenden und andauernden Aenderung des Athemtypus wurden später behufs Ausschaltung der m. serratus anticus maior und latissimus dorsi die diese Muskeln versorgenden Nerven (N. thoracicus longus und n. subscapularis) in ihrem Verlauf aufgesucht und durchschnitten. Trotz der hiezu erforderlichen tiefen Verwundungen war die Einwirkung auf die Athmung eine nur unwesentliche und oft schnell vorübergehende.

Curve V

rührt von einem Thiere her, dem ausser dem Rückenmark zwischen letztem Hals- und erstem Brustwirbel auch die n. thorac. longi und n. subscapulares beiderseits durchschnitten waren. Das sehr grosse Kaninchen befand sich im Chloralschlaf. Der Anfang der Curve zeigt eine der Grösse des Thieres entsprechende fast ganz normale Athmung. Bei (*) wird Ammoniak in die Nase geblasen und es erfolgt ein Respirationsstillstand in Exspiration von 6,3 Secunden Dauer, *obgleich sicher alle Exspirationsmuskeln dem reflectorischen Einfluss des n. trigeminus entzogen waren.*

Ausser diesen durch chemische oder mechanische Reizung erzielten Athmungsänderungen, wie sie in den Curven sich darstellen, war es interessant, am Thiere selbst die Veränderungen zu beobachten, welche durch Unterbrechung der Verbindung zwischen dem Athemcentrum und den thorakalen und abdominalen Athemmuskeln der gewöhnliche Respirationsmodus erlitten hatte.

Wenn beim intakten Kaninchen die Athmung derart vor sich geht, dass während der Inspiration gleichzeitig mit der Vorwölbung des Bauches die unteren Parthieen des Brustkorbs sichtlich erweitert werden, der Thorax im Ganzen gehoben wird und bei der Exspiration die Flanken sich einziehen und unter wirklicher Contraction der Bauchmuskeln der Thorax herabsteigt, so wurde nach Rückenmarksdurchtrennung bei der respiratorischen Vorwölbung des Bauchs der Brustkorb in den unteren Parthieen verengert, im Ganzen herabgezogen und die Exspiration erfolgt ohne merkliche Contraction von Bauchmuskeln.

§ 3.

Reflexhemmung durch Reizung von Vagusendigungen in der Lunge.

Zu demselben Resultat, wie bei reflectorischer Athemhemmung durch Trigeminus-Reizung, sind wir auch auf anderem Weg gelangt, nämlich unter zu Hülfenahme des von *Hering* und *Breuer* zuerst beobachteten Erfolges der Lungendehnung. Diese Forscher haben bekanntlich nachgewiesen, dass durch Aufblasung der Lunge die Athembewegung gehemmt wird und zwar bei genügend starker Dehnung unter activer Betheiligung von Exspiratoren. Man könnte sich nun die Frage vorlegen, ob die durch Lungendehnung erzielte Respirationspause nur durch Anspannung von Antagonistenmuskeln, oder auch durch Hemmung im Inspirationscentrum selbst bedingt sei. Eine Entscheidung liesse sich treffen, wenn man das Exspirationsmuskelsystem von der Reflexbahn ausgeschaltet hätte, als deren centripetaler Theil bis jetzt nur der n. vagus bekannt ist. Man braucht also wiederum nur das Gehirn vom Rückenmark oberhalb der exspiratorischen Athemmuskelcentren abzutrennen. Tritt auch dann die Athempause noch ein, so kann der Hemmungsvorgang sich nur im Inspirationscentrum selbst abgespielt haben.

Methode der graphischen Darstellung.

Zum Zweck der Lungendehnung wurde ein Klappenventil mit den Luftwegen des Thieres verbunden, welches den Durchtritt der Luft nur nach einer Richtung gestattete. Dasselbe wurde nach dem Vorbild der Aortenklappen auf folgende im hiesigen Laboratorium übliche Weise verfertigt: Ein Stück Rohr wird von 3 in gleicher Höhe gelegenen, gleichweit von einander

entfernten Punkten mit etwas schräg nach innen unten gerichtetem Messer derart eingeschnitten, dass man zwei genau aufeinander passende Stücke erhält. Die Schnittlinie des einen Stückes ist aus 3 spitzwinklichen Vertiefungen mit zwischenliegenden gewölbten Erhebungen gebildet, die Schnittlinie des anderen aus drei vorragenden Spitzen mit dazwischenliegenden Einbuchtungen. Nachdem die spitzen Vertiefungen im ersteren Stück mit einer ganz schmalen Feile noch etwas verlängert sind, werden 3 Blatt sehr feinen Goldschlägerhäutchens in dieselben eingesetzt, so dass in jedem Ausschnitt je zwei Blätter mit dem seitlichen Ende hier flacher zusammenliegen. Nachdem beide Rohrstücke wieder aufeinander gefügt und die taschenförmig nach innen vorragenden Häutchen etwas einwärts gezogen sind, wird durch Bestreichen der Aussenseite mit nicht zu heissem Kitt Alles fixirt.

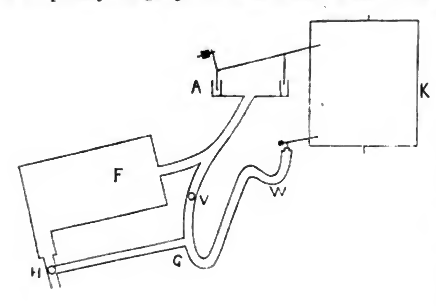
Wird nun das Rohr, nachdem die Häutchen angefeuchtet sind, von der einen Seite angeblasen, so legen sich die Taschen aneinander und verschliessen das Lumen vollständig; bläst man von der anderen Seite, so schlagen die Taschen an die Wandungen und der Luftstrom geht frei hindurch. Ein solches Ventil wurde in das Lumen eines Hahnes luftdicht eingefügt und es konnte nun durch eine einfache Drehung desselben der Durchtritt der Luft nach der einen oder der anderen Seite behindert werden.

Der Versuch selbst wurde in folgender Anordnung vorgenommen: Nachdem das Rückenmark in der früher beschriebenen Weise durchtrennt war, wurden, um noch diejenigen Muskeln, welche von oberhalb der Durchschneidungsstelle innervirt werden und vielleicht als Exspiratoren wirken könnten, auszuschalten, der n. thoracicus longus (zum m. serratus anticus maior gehend) und der n. subscapularis (zum latissimus dorsi gehend) aufgesucht und durchnitten. Sodann wurde die Trachealkanüle (T) mit einem *Gad*'schen Dreiweghahn [1]) (H) verbunden, dessen einer Arm zu der als Vorlage dienenden doppelt tubulirten Flasche (F) führte; dieselbe war wie früher mit dem Aeroplethysmographen (A) verbunden. Auf der anderen Seite war ein Kautschuckschlauch geschoben, der bei G zu einem T-Rohr führte. An dessen einen Schenkel setzte sich eine starre Bleiröhre, welche direct mit dem

[1]) Sitzungsbericht der physiol. Gesellschaft zu Berlin 1878/79. S. 33.



*Fick'*schen Wellenschreiber [1]) (W) in Verbindung stand. Der zweite Schenkel führte zu dem Ventilhahn (V) und von da zum Aeroplethysmographen. Man kann nun bei dieser Anordnung den Hahn (H) so drehen, dass das Thier aus der Flasche athmet, oder dass es durch die Seitenverbindung und das Ventil (V) athmet, welches auf verhinderte Exspiration gestellt ist. Dabei zeichnet der Aeroplethysmograph die der Lungenaufblasung entsprechende Volumvermehrung der Lunge durch Senkung der Athemvolumcurve, der Wellenschreiber den Exspirationsdruck an dem Kymographion (K) auf.



Curve VIa

ist am tracheotomirten aber sonst intacten Thier aufgenommen. Wellenschreiber und Aeroplethysmograph sind so gestellt, dass sie genau übereinander schreiben. Bis (*) athmet das Thier aus Vorlage; hier wird der Hahn so gedreht, dass der Weg zum Wellenschreiber und Ventilhahn geöffnet wird. Das Thier bläst sich nun die Lungen auf, indem es im Anfang öfter und dann immer seltener schöpft und immer grössere Pausen entstehen. Bei (**) tritt der längste Respirationsstillstand ein bei einer Volumvermehrung von 43 Cubikcentimeter [2]), der 45 Sekunden anhält und die Druckcurve erhebt sich um 9 mm. Bei (***) wurde Hahn H wieder so gestellt, dass das Thier wieder frei aus der Vorlage athmet; in Folge dessen zeigt die Curve eine tiefe Exspiration und annähernde Rückkehr zur früheren Mittellage. — Nachdem hierauf die Exspirationsmuskeln in der oben angegebenen Weise ausgeschaltet waren, wurde

---

[1]) Festschrift zu *A. v. Rinecker*'s Jubiläum. Leipzig 1878. S. 15. *A. Fick*, „Ein neuer Wellenzeichner".

[2]) 1,4 cm der Ordinate entspricht 25 ccm.

Curve VIb

aufgenommen. Die Athmung zeigt ausser einer geringen Beschleunigung nichts Abnormes, bis bei (*) der Hahn H gedreht und das Ventil eingeschaltet wird. Nun bläst sich das Thier seine Lungen auf und bei einer Volumvermehrung von 31 ccm tritt bei (**) eine lange Pause ein, der nach nochmaliger Inspiration eine kürzere folgt. Bei (***) wird der Hahn gedreht und die Athmung frei gegeben. Inzwischen — (von (*) — (**) — hat der Wellenzeichner die die Athembewegungen begleitenden Druckschwankungen aufgezeichnet. Dann tritt auch in der Druckcurve die erwartete Pause ein und zwar in einer Dauer von 8,4 Secunden, während welcher die Curve um 3 mm über der Abscissenlinie erhoben bleibt. Wir sehen also deutlich, dass die Inspirationshemmung hier auch ohne Antagonisteneinwirkung zu Stande kommt, ja dass sie in diesem Fall noch einmal so lange dauert bei einer um ein Viertel (31 : 43) geringeren Volumvermehrung. Dass der Exspirationsdruck nach Halsmarkdurchschneidung während der Pause um die Hälfte (4,5 : 8,4) geringer geworden ist, erklärt sich wohl daraus, dass bei stärkerer Aufblasung der Lunge das *intakte* Thier seine Exspirationsmuskulatur anwendet. Dass die Druckcurve nach Rückenmarksdurchtrennung überhaupt noch ansteigt, kann nicht auffallen, sondern findet seine Begründung in der Vergrösserung der elastischen Kräfte, welche bedingt ist durch Volumvermehrung des abgeschlossenen Lungenraumes.

Als letzter Versuch wurde noch der Stich in den noeud vital nach Lungendehnung vorgenommen, welchen

Curve VII

darstellt. Die Ausathmungsmuskeln waren vorher ausgeschaltet. Bei (*) wird durch Hahndrehung die Exspiration verhindert, worauf die Aufblasung und Respirationspausen wie früher erfolgen. Bei (**) wird der Stich in den vorher freigelegten noeud vital gemacht, in Folge dessen alle Muskelkräfte fortfallen. Die Druckcurve zeichnet dann die Gleichgewichtslinie auf, über welche sich die vorhergegangene Athempause in so minimaler Weise erhebt, dass die Differenz in die Breite der Fehlergrenzen fällt. Da Betheiligung activer Exspiration durch die Operation ausgeschlossen ist und die Athempause in der Gleichgewichtslage des Thorax verlaufen ist, so kann während derselben auch keine Thätigkeit und Innervation von Inspiratoren bestanden haben.

Die Hemmung besteht also auch in diesem Fall in Hintanhaltung der Entstehung von Bewegungs-Impulsen im Centrum.

§ 4.

Schluss.

Unsere Untersuchungen haben demgemäss zu folgenden Ergebnissen geführt:

Die Theorie der Hemmungen durch Antagonisten-Innervation lässt sich auf die Athmung nur in beschränkter Weise anwenden. Bei reflectorischer Feststellung der Athmung in Exspiration findet nicht nur reflectorische Innervation der Antagonisten, sondern ausserdem sicher auch ein Unterdrücken von Impulsen im Inspirations-Centrum selbst statt.

Dieser Befund steht im Einklang mit dem Resultat unserer Selbstbeobachtung bei willkürlicher Unterbrechung der Inspiration. Da sich auch die vagus-Hemmung des Antagonisten-losen Herzmuskels nur durch Unterdrückung von Bewegungsimpulsen erklären lässt, so berechtigt uns die auf zwei Gebieten sicher erkannte Einrichtung an die Wahrscheinlichkeit einer grösseren Verbreitung zu denken, um so mehr, als der Durchführnug der Antagonistentheorie im Einzelnen manche Schwierigkeiten entgegenstehen. — Wie sollte z. B. für geordnete Reflexe eine vollkommene Hemmung durch Innervation entgegengesetzter Muskeln zu Stande kommen? Es müssten dann für jeden der betreffenden Muskeln rechtzeitig ein entsprechender Antagonist gerade in derselben Stärke innervirt werden, so dass die Resultante aller Kräfte = 0 würde. Das Niesen kommt bekanntlich zu Stande, indem auf eine tiefe Inspiration eine heftige Exspiration folgt, welche durch vorausgehenden Verschluss der glottis explosiv gemacht wird. Gleichzeitig drückt die Zungenwurzel nach oben, schliesst die Mundhöhle ab und lenkt den Luftstrom in die Nase. Man ist nun aber im Stande, den Niessreiz derart hintanzuhalten, dass es weder zu der ersten Inspiration noch zu einer der späteren Bewegungen kommt. Aber nicht nur die Bewegungen bleiben dann aus, sondern es fehlt auch jedes eine antagonistische Muskelbewegung verrathende Gefühl von Spannung. Ein derartiges Gefühl am Thorax, im Larynx und Pharynx tritt erst auf, wenn man den Ablauf der Niessbewegungen willkürlich unterbricht, nachdem die initiale Inspirationsbewegung schon begonnen

hatte. Jetzt ist die Hemmung aber auch keine vollkommene, sondern es kommt zu untergeordneten Bewegungen. Die willkürliche Unterbrechung geordneter Reflexe scheinen wir *in vollkommener Weise* also nur dadurch bewerkstelligen zu können, dass wir die Entstehung der Impulse vor der initialen Bewegung im Centrum selbst unterdrücken.

Aber auch abgesehen von der willkürlichen, vollkommenen Hemmung geordneter Reflexe gibt es sicherlich Hemmungen, die nur centraler Natur sind und überhaupt nie zu Muskelbewegungen führen. Solche bezeichnet *Danilewsky*[1]) ausdrücklich als „psychische Hemmungen". Ich erinnere nur an die bekannte Erscheinung, dass wir willkürlich Gedankenreihen unterbrechen und neue beginnen können, oder dass wir Vorstellungen, die sich uns aufdrängen und welche uns vielleicht unangenehm oder störend sind, zu unterdrücken vermögen. Andrerseits können auch Vorstellungen sich gegenseitig verdrängen, indem die gerade mächtigeren den Sieg behalten und die anderen verdunkeln. So unterbrechen wir z. B. einen Gedanken, dem wir uns vollständig hingegeben hatten, sobald von Aussen unser Gehör- oder Gesichtssinn durch eine neue Erscheinung oder unerwartetes Geräusch in Anspruch genommen wird und zwar oft derart, dass es uns später nicht mehr möglich ist, den früheren Gedankengang wieder aufzufinden.

Dass wir auch Affectsäusserungen zu unterdrücken im Stande sind, ist sicher und jeder weiss wol aus Erfahrung, wie schwer es ist, ernst zu scheinen, wenn man zum Lachen gereizt wird, oder ein gleichgültiges Gesicht zur Schau zu tragen, wenn man traurig ist und, wie ein Sprichwort sagt: „gute Miene zum bösen Spiel zu machen". Wie unwahrscheinlich es ist, dass diese Hemmungen durch Antagonisteninnervation zu Stande kommen, erhellt aus folgender Betrachtung: Lachen kommt zu Stande, indem einige kurz aufeinanderfolgende Exspirationen mehr oder weniger explosiv hervorgestossen werden, während zugleich der Mund geöffnet wird und ein Theil der Gesichtsmuskeln sich contrahirt. Welch complicirter Apparat von Antagonistenmuskeln gehörte dazu, um diesen Akt des Lachens zu verhindern! Und wie lässt sich der Umstand erklären, dass wir längere Zeit innerlich mit dem Lachen kämpfen können, ohne dass die Respiration irgendwie verändert wird, die doch in antagonistischem Sinne vorzugsweise

[1]) *Pflüger's* Archiv für Physiologie 1881. XXIV. Bd. S. 516.

inspiratorisch vor sich gehen müsste? Ferner müsste bei jemand, der Tage lang seinen traurigen Gemüthszustand in sich verschliesst und alle Aeusserungen desselben unterdrückt, fortwährende Contractionen von Antagonisten eintreten, ohne dass sie jemals bemerkbar würden. Viel einfacher ist es anzunehmen, dass diese Affectäusserungen im Centrum selbst gehemmt werden und wenn, wie *Schlösser* anführt, Schulknaben um nicht zu lachen sich den Rath geben, an etwas Trauriges zu denken, so rührt das eben daher, dass diese neue entgegengesetzte Vorstellung die frühere verdrängt und damit der von ihr gesetzte Reiz verschwindet oder gehemmt wird.

Nach Beendigung unserer Untersuchungen wurde aus dem Breslauer physiologischen Institut eine Arbeit veröffentlicht, welche unsere Auffassung der Hemmungen wesentlich stützt und auf welche deshalb hier näher eingegangen werden muss. *Heidenhain* und *Bubnoff*[1]) haben durch sehr instructive Experimente die Erregungs- und Hemmungsvorgänge im Centrum selbst einer eingehenden Prüfung unterzogen. Die Versuche wurden an Hunden derart vorgenommen, dass die Sehne des m. extensor digit. com. longus über dem Handrücken durchschnitten und das centrale Ende mit einer Marey'schen Schreibtrommel verbunden wurde, während gleichzeitig beim Beginn einer Zuckung ein in einen Elektromagneten eingeschalteter Platincontact sich löste und auf dem Kymographion den Zeitpunkt dieser Oeffnung registrirte. Ferner wurde der Schädel eröffnet, um das Rindencentrum für die Vorderextremität reizen zu können, wozu constante Ströme verwendet wurden, deren Beginn und Schwinden sich ebenfalls auf der rotirenden Trommel genau markiren liess. Das Zeitmaass wurde durch eine mit einem Elektromagneten in Verbindung stehende Stimmgabel bestimmt. Mit dieser Methode wurden Untersuchungen über die Dauer der Reactionszeit bei Reizung von Muskelcentren angestellt. Eine Reihe von Erscheinungen, die dabei beobachtet wurden, berührt direct unser Gebiet, nemlich: „die Erregungshemmungen durch Sinnesreize". In einem gewissen Stadium tiefer Morphiumnarkose werden alle Muskelaktionen des Thieres tonischer Natur. Wird es z. B. einem starken sensibeln

---

[1]) *Pflüger's* Archiv 1881. XXVI. Bd. S. 157. *N. Bubnoff* und *R. Heidenhain* „Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirncentren".

Reize ausgesetzt, etwa durch Quetschen der Pfote oder dgl., so tritt eine starke langdauernde Reflexcontraction ein. Wirkt nun in einem solchen contracturähnlichen Zustand ein leichter äusserer Reiz ein, wie durch leises Berühren der Pfote oder durch Anblasen, minimale Reizung des n. ischiaticus, so erfolgt eine plötzliche Erschlaffung. Hier haben wir nun sicher einen Fall vor uns von reflectorischer Hemmung reflectorisch erregter Bewegungen, wie sie *Schlösser* mehrfach untersucht hat und bei dessen Hemmung jeder Antagonismus ausgeschlossen ist, da der betreffende Muskel ja allein beobachtet wird. Denselben Erfolg sah *Heidenhain*, wenn er während einer solchen Contraction im Muskelcentrum einen leichten elektrischen Reiz anwandte.

Heidenhain denkt sich diese Hemmung auf ähnliche Weise, wie auch wir es oben angedeutet haben, in der Ganglienzelle selbst vor sich gehend. Er nimmt einen molekulären Bewegungsvorgang an, der in der lebenden Zelle mit einer nach den Umständen veränderlichen lebendigen Kraft geschieht. Ueberschreitet diese einen gewissen Grenzwerth, so tritt Erregung in der abgehenden Nervenfaser ein. Hemmung käme dann zu Stande, wenn die Moleküle eine Beschleunigung in einem ihrer gewohnten Richtung entgegengesetzten Sinne erfahren, wodurch ihre lebendige Kraft herabgesetzt wird. Diese Beschleunigung kann durch Reize von Aussen oder willkürlich herbeigeführt werden.

Schon früher hat *Wundt*[1]) eine ähnliche Hypothese zur Erklärung der Hemmungen aufgestellt und näher präcisirt. Auf der oben angeführten Vorstellung von molekulärer Bewegung bei scheinbarer Ruhe fussend bezeichnet er die unter diesen Umständen geleistete Arbeit als die *innere* oder *negative* Molekulararbeit, welche der Ernährung der Zelle dient und zu Anhäufung von Spannkräften führt. Aendert sich die Gleichgewichtslage der Temperatur, der elektrischen Vertheilung u. s. w., so kommt es zur Verausgabung von Spannkräften, wodurch *äussere* oder *positive* Molekulararbeit geleistet wird, d. h. auf die Ganglienzelle übertragen: Es entsteht Erregung. In der Zelle nimmt *Wundt* zwei Regionen an: eine *centrale*, die in der vorzugsweise negativen Molekulararbeit werden soll, und eine periphere, in welcher die positive vorherrscht. Treffen Reize die centrale Region, so breitet sich die negative

[1]) Grundriss der psycholog. Physiologie. Leipzig 1880. Bd. I. S. 267—270.

Molekularbewegung auch auf die periphere Region aus und wenn nun gleichzeitig die letztere gereizt wird, dann bleibt wegen Interferenz der Bewegungen die Erregung aus, d. h. *es ist Hemmung eingetreten.* Erregung kann nur entstehen, wenn allein die periphere Region gereizt wird, und nun die positive Moleularbewegung sich auch auf die centrale Zone ausbreitet.

Wenn wir auch zugeben, dass diese hypothetischen Vorstellungen zur Erklärung der in der Ganglienzelle selbst sich abspielenden Hemmungen nicht ausreichen, so steht die Thatsache des mannigfachen Vorkommens dieser Hemmungen doch fest und wir haben auf dem Gebiet der Athmung ein Beispiel dieses Vorkommens unzweifelhaft nachgewiesen. Andrerseits fordern uns die von *Schlösser* beobachteten Thatsachen auf, keine einseitig verallgemeinernde Schlussfolgerungen zu ziehen, sondern einstweilen noch jeden einzelnen Fall genau zu prüfen, ehe wir im Stande sein werden, mit einiger Sicherheit eine allgemeine Hemmungstheorie aufzustellen, ein Ziel, von dem wir wol noch ziemlich weit entfernt sind.

Herrn Professor *Fick*, der mir bereitwilligst die Mittel seines Laboratoriums zur Verfügung stellte, sowie den Versuchen stets ein reges Interesse zuwandte, sage ich meinen besten Dank.

Anmerkung. Leider konnte der Verfasser die neuesten Mittheilungen über „Erregung und Hemmung“ von *H. Munk* (Sitzungsberichte der physiol. Gesellschaft zu Berlin, Jahrgang 1881/82 S. 1) und von *R. Heidenhain* (Pflüger's Archiv für Physiologie Bd. XXVI S. 546) nicht mehr berücksichtigen, da zur Zeit ihres Erscheinens vorliegende Arbeit schon im Drucke war.

Bemerkungen zu den Curven.

Alle Curven sind mit *Gad's* Aeroplethysmographen aufgenommen und in der Richtung von links nach rechts zu lesen. Ansteigen der Curve bezeichnet Exspiration, Sinken derselben, Inspiration. Der Ordinatenwerth beträgt jedesmal 25 ccm auf 1,45 cm. 1 cm der Abscisse entspricht 3 Sekunden.

ad Curve I a. 26. V. 81. Mittelgrosses Kaninchen. Keine Narkose. Bei (*) beginnt die Einblasung von Ammoniak am intakten Thier. Typischer Respirationsstillstand in Exspiration bis zu (**).

ad Curve I b. Dasselbe Kaninchen ohne Narkose nach Rückenmarksdurchschneidung zwischen 1. Brust- und letzten Halswirbel. Bei (*) der nämliche Respirationsstillstand nach Ammoniakeinblasung. Ebenso bei (**).

ad Curve II. 21. V. 81. Mittelgrosses Kaninchen ohne Narkose. Rückenmark durchtrennt. Bei (*) Ammoniakeinwirkung und Stillstand in Exspiration. Bei (**) in exspiratorischem Sinn veränderte Athmung.

ad Curve III. 7. V. 81. Mässige Chloralnarkose. Halsmark durchschnitten und Grosshirn exstirpirt. Bei (*) n. trigeminus über dem Felsenbein linkerseits gedrückt. Typischer Stillstand in Exspiration.

ad Curve IV. Dasselbe Thier wie in Curve II. (also nach Rückenmarksdurchtrennung). Wurzel V, VI, VII des Cervicalplexus peripher vom n. phrenicus durchschnitten. Langgedehnte Exspirationen, deren Dauer sich nach Ammoniakeinwirkung bei (*) verdoppelt.

ad Curve V. 1. VI. 81. Sehr grosses Kaninchen. Chloralschlaf. Rückenmark zwischen 7. Hals- und 1. Brustwirbel, ausserdem die nn. thoracici longi und subscapulares beiderseits durchtrennt. Bei (*) Ammoniakeinwirkung; darauf typischer Respirationsstillstand von 6,3 Sekunden Dauer.

ad Curve VI a. 19. VI. 81. Mittleres Kaninchen ohne Narkose. A = Druckcurve des Wellenschreibers, B = Volumcurve des Aeroplethysmographen. Bei (*) verhinderte Exspiration. B zeigt die Aufblasung der Lunge und Volumvermehrung, A die exspiratorischen Pausen und Druckwerthe. Bei (***) Freigeben der Athmung.

ad Curve VI b. Der gleiche Versuch nach Durchschneidung des Rückenmarks, der nn. thoracici longi und subscapulares. Bei (*) verhinderter Exspiration. B zeigt die Volumvermehrung und A die Druckcurve mit Athempause.

ad Curve VII. Dasselbe Thier. Bei (*) verhinderter Exspiration. Bei (**) Stich in den noeud vital. Fast vollständige Uebereinstimmung der darnach sich ergebenden Gleichgewichtscurve mit der Druckcurve während der exspiratorischen Pausen.

I.

Ueber den Einfluss der Härte des Stahls auf dessen Magnetisirbarkeit.

Von

V. STROUHAL und C. BARUS.

(Mit Tafel II.)

§ 1.

Zweck und Plan der Arbeit.

Die Frage über den Zusammenhang zwischen den magnetischen Eigenschaften des Stahls und dessen Härtezustande ist bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen[1]) geworden.

---

[1]) Literaturangaben über diesen Gegenstand sowie eine Zusammenstellung der Resultate früherer Untersuchungen enthält u. A.

J. Lamont, Handbuch des Magnetismus, 1867, p. 249.

G. Wiedemann, Galvanismus II a 1874 p. 340.

Von den neueren Arbeiten (seit 1876) sind ferner zu nennen:

Ch. Ruths, Ueber den Magnetismus weicher Eisencylinder und verschieden harter Stahlsorten. Dortmund 1876.

C. Fromme, Ueber die Constitution des Stahls und deren Zusammenhang mit seiner Magnetisirbarkeit. Göttinger Nachr. d. Ges. d. W. 1876.

J. M. Gaugain, Einfluss der Härtung auf die Magnetisirbarkeit; C. R. LXXXII, 1876.

Trève und *Durassier*, Bemerkungen zu den bisherigen Resultaten über den Magnetismus des Stahls; C. R. LXXXII, 1876.

A. v. Waltenhofen, Neuer Apparat zur Untersuchung der Härtegrade des Stahls auf elektromagnetischem Wege. Dingler Journal CCXXXII p. 141. 1879. Beiblätter III. p. 642, 1879.

A. Righi, Beiträge zur Theorie der Magnetisirung des Stahls, Beiblätter V, p. 62, 1881.

W. Metcalf, Kann der Magnetismus des Eisens und des Stahls zur Bestimmung ihrer physikalischen Eigenschaften gebraucht werden? Beiblätter V. p. 895, 1881.

Nachdem die einander scheinbar widersprechenden Resultate von *J. Müller*, *Plücker* und *Wiedemann* einerseits und *Hansteen* und *Lamont* andererseits durch die Arbeiten von *Ch. Ruths* und später *C. Fromme* in Uebereinstimmung und gegenseitige Ergänzung gebracht worden sind, war die obige Frage insofern für gelöst zu halten, als der Einfluss eines wichtigen Factors, des „*Dimensionsverhältnisses*" constatirt worden ist. Es steht somit fest, dass der Einfluss des Härtezustandes des Stahls sowohl auf dessen temporären als auch permanenten[1]) Magnetismus bei kurzen und dicken Stahlmagneten sich in anderer Weise äussert als bei langen und dünnen. Was ferner den für die Praxis wichtigsten *permanenten* Magnetismus des Stahls betrifft und zwar insbesondere den *erreichbar grössten*, wo also der Magnet sich im Zustande der *magnetischen Sättigung* befindet, so lässt sich der bisherige Stand unserer Kenntnisse darüber, soweit es cylindrische Stäbe betrifft, in folgender Weise praecisiren:

Die glasharten Stahlmagnete nehmen mehr permanenten Magnetismus an als die angelassenen, so lange das Dimensionsverhältnis *unterhalb* eines bestimmten, für die Stahlsorte *charakteristischen Uebergangswertes* liegt; *oberhalb* dieses Wertes werden dagegen die glasharten Magnete von den angelassenen überholt und da wieder die gelb angelassenen von blau angelassenen.

Es lässt sich jedoch nicht in Abrede stellen, dass, trotz diesen, die Frage principiell, in ihren Hauptzügen, lösenden Resultaten der Gegenstand keineswegs erledigt ist. In der That sieht man, dass das Problem höchstens *qualitativ*, keineswegs aber *quantitativ* gelöst ist. Mit anderen Worten: Ueber den *Verlauf des specifischen Magnetismus* gesättigter Stahlmagnete *mit deren Härtegrad* bei continuirlicher Aenderung des letzteren geben uns die bisherigen Arbeiten keinen Aufschluss. Und doch ist es gerade dieser Verlauf und dessen Aenderung mit der einen arbiträren Constante, dem Dimensionsverhältnis, was einen tieferen Einblick in das Wesen der hier in Frage kommenden Function liefern könnte.

---

[1]) Bezüglich der Nomenclatur: temporär, permanent u. s. w. halten wir uns — entgegen *Ch. Ruths* — an die von *G. Wiedemann* in den Beiblättern I, p. 67, 1877 enthaltene Bemerkung.

Der Grund, warum die bisherigen Beobachtungen diesen Verlauf nur andeuten, liegt einmal und hauptsächlich in dem Umstande, dass der Härtegrad nur durch die *Anlassfarben*, also nur ungefähr charakterisirt wird. Seitdem es sich aus unseren Untersuchungen ergeben hatte, wie vortheilhaft man den galvanischen Leitungswiderstand des Stahls und dessen thermoelektrisches Verhalten als Maass des Härtegrades verwenden und wie man mit Hülfe desselben die *Anlasserscheinungen* verfolgen und quantitativ praecisiren kann, waren wir der festen Ueberzeugung, dass sich in ähnlicher Weise auch die *magnetischen Eigenschaften* des Stahls, insbesondere also deren Aenderungen mit seinem Härtegrade würden studiren lassen. Zweitens möge hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das Verhalten *verschieden dicker* Stahlstäbe keineswegs mit einander ohne weiteres vergleichbar ist. Die meisten Beobachter variiren das Dimensionsverhältnis dadurch, dass sie die Länge festhalten und den Durchmesser der Stäbe verschieden wählen. Es ist aber von vornherein zu erwarten, dass insbesondere das Härten, aber auch das Anlassen bei bestimmter Einwirkungsdauer einer hohen Temperatur je nach der Dicke des Stabes verschiedenen Erfolg bezüglich dessen Structur bringen wird — um so mehr, wenn, wie es unseres Wissens bei allen Beobachtern bis jetzt gewesen, verschiedene Stäbe aus verschiedenem Material (nicht aus demselben Stück) gewählt und dabei beträchtlich (0,2 bis 0,7 cm) dick waren. Wie sehr aber, selbst bei gleicher Stahlsorte, verschiedene Exemplare des Stahls glashart gehärtet verschieden sich verhalten können, wird später (im nächsten Abschnitt) aus einigen Beispielen deutlich hervortreten. Der *Thomson*'sche Satz, nach welchem bei geometrisch ähnlichen Stäben, gleichen magnetisirenden Kräften gleiche Momente der Gewichtseinheit entsprechen, ist wohl für Eisenstäbe richtig, lässt sich jedoch keineswegs ohne weiteres auf Stahlstäbe übertragen, vielleicht wohl auf ausgeglühte, weniger auf angelassene, ganz sicher aber nicht auf glasharte Stahlstäbe, da hier die durch Härten bedingte Structur auch bei geometrisch ähnlichen Stäben je nach der Dicke durchaus eigenartig sich äussert.

Alle die angeführten Gründe sprachen wohl dafür, dass eine neue Untersuchung dieses Gegenstandes wünschenswert und lohnend zugleich sein dürfte, wenn wir sie mit Berücksichtigung

aller der mit Stahl gemachten Erfahrungen durchführen würden. Wir übergeben nun von diesen Untersuchungen den ersten Theil, der sich hauptsächlich auf *gestreckte* Stahlmagnete bezieht, der Oeffentlichkeit, indem wir uns weitere Mittheilungen insbesondere über das Verhalten *kurzer* Stahlmagnete für später vorbehalten.

§ 2.

Material.

Als Material wählten wir diejenige Stahlsorte, die wir bereits auf ihr Verhalten beim Anlassen ausführlich studirt hatten, nämlich den von der Fabrik *M. Cooks Brothers* in *Sheffield* bezogenen „englischen Silberstahl". Die Drahtsorte, bei welcher wir zunächst die Untersuchung durchzuführen gedachten, war etwa 0,084 cm dick. Aus dem Vorrat glasharter Drähte dieser Sorte wurden nur diejenigen gewählt, die, auf ihre Homogenität durch galvanischen Widerstand (Abschnitt 5) untersucht, die besten Resultate geliefert und dabei den grössten Härtegrad gezeigt haben.

Man hätte nun erwarten können, dass bei angeblich gleicher Stahlsorte, bei gleicher Dicke der Drähte und bei gleicher Art der Härtung — soweit man diese überhaupt beherrschen kann — glasharte Magnete aus verschiedenen Drähten hergestellt mit einander in Bezug auf ihren grösstmöglichen permanenten Magnetismus vergleichbar wären. In dieser Erwartung wurden aus verschiedenen Drähten — von nahe gleichem Härtegrad — verschieden lange Magnete hergestellt. Bei gleicher Art der Magnetisirung hätte dann das *Moment der Masseneinheit* — nach dem *Thomson*'schen Satze — eine Function des Dimensionsverhältnisses, — oder, weil die Dicke der Magnete sehr nahe gleich gewesen, eine *Function der Länge der Magnete* sein müssen, in der Art, dass der specifische Magnetismus mit der Länge bis zu einem gewissen Grenzwerte hätte zunehmen müssen.

Diese Erwartungen haben sich jedoch keineswegs bestätigt.

Wir wollen nun hier, späteren Abschnitten vorgreifend, einige Beispiele anführen:

Ein Magnet, 4,1 cm lang, 0,084 cm dick, 0,173 g schwer, vom spec. Leitungswiderstand $s = 0,421$ bei 17⁰,6 zeigte nach Magnetisirung einen specif. Magnetismus $m = 43,0$, während ein aus einem anderen Draht hergestellter Magnet, nur 3,05 cm lang, 0,084 cm dick, 0,131 g schwer vom specif. Leitungswiderstand $s = 0,417$ bei 18⁰,5 einen specif. Magnetismus $m = 52,0$ gezeigt hat[1]. Also bei um $^1/_3$ geringerer Länge (oder Dimensionsverhältnis) ist der specif. Magnetismus beträchtlich höher ausgefallen. Der Grund liegt offenbar in der durch Härtung bedingten Structur.

Ein anderes Beispiel.

Ein Magnet (a) 5,0 cm lang, 0,084 cm dick, 0,214 g schwer, vom specif. Leitungswiderstand 0,427 bei 18⁰,5 hatte den specif. Magnetismus = 45,8 angenommen, während ein aus einem gleich dicken Draht hergestellter Magnet (b) 5,9 cm lang, ebenso 0,084 cm dick und 0,249 g schwer, vom specif. Leitungswiderstand = 0,420 bei 18,3 den specif. Magnetismus = 45,0 gezeigt hat.

Um den letzteren Fall weiter zu verfolgen, wurden beide Magnete allmählich angelassen und zwar zunächst 10 Stunden lang im Wasserdampf von 100⁰, dann 10 Stunden lang im Anilindampf von 185⁰, weiterhin 1 Stunde lang im Bleibad von 330⁰; endlich wurden sie ausgeglüht. Nach jedem Anlassen und nach dem Ausglühen wurden sie auf galvanischen Widerstand untersucht, dann frisch magnetisirt und auf ihren specifischen Magnetismus geprüft. Die Resultate dieser ersten, zugleich orientirenden Versuchsreihe zeigt folgende Zusammenstellung:

	(a)			(b)		
	s	t	m	s	t	m
Glashart	0,427	18	45,8	0,420	18	45,0
10 Stunden in 100⁰ . .	0,371	20	43,1	0,369	20	42,7
10 Stunden in 185⁰ . .	0,280	20	62,2	0,278	20	61,7
1 Stunde in 330⁰ . .	0,214	20	84,3	0,212	20	86,4
Ausgeglüht	0,178	20	46,8	0,176	20	56,0

[1] Der galv. Widerstand ist in Hg-Einheiten, der specif. Magnetismus in absoluten Einheiten im cm- g-System angegeben.

Erst nach dem Anlassen im Bleibad, entschiedener noch nach dem Ausglühen, nimmt der längere Magnet mehr Magnetismus an als der kürzere, zum Beweis, dass das im harten Zustande auftretende anomale Verhalten nicht etwa im Material, sondern in den durch Härtung bedingten Structurverhältnissen seinen Grund hat.

Nach solchen Erfahrungen — Beispiele könnten wir noch mehrere anführen — mussten wir die Ueberzeugung gewinnen, dass man nur bei solchen Magneten, die aus *einem und demselben möglichst homogenen Draht* hergestellt werden, vergleichbare und übereinstimmende Resultate erwarten darf, indem jeder Draht verschiedene, durch Härtung bedingte Structureigenheiten besitzt und somit als selbstständiges Individuum zu betrachten ist. Ja man kann die Frage, ob ein Draht der Länge nach homogen ist oder nicht, *aus dem magnetischen Moment* mehrerer aus ihm hergestellter Magnete in *empfindlicherer* Weise *nachträglich* beurtheilen als *vorher* durch Prüfung auf galvanischen *Leitungswiderstand*[1])

Leider sind glasharte Drähte, die in ihrer ganzen Länge ganz befriedigend homogen wären — aus denen man also mehrere vollkommen homogene Magnete von verschiedenen Dimensionsverhältnissen herstellen könnte, — sehr selten. Auch die beiden Drähte A und B, die wir schliesslich für die vorliegende Untersuchung beibehalten haben, erwiesen sich nur etwa in zwei Drittel der zu Magneten verwendeten Länge als befriedigend homogen. Aus dem Draht A wurden dann 4 Magnete von der relativen Länge 1 : 2 : 3 : 4 gebildet, und zwar:

Magnet No.	Masse g	Länge cm	mittl. Durchmesser cm	Dim.-Verh. α
1	0,086	2,0	0,084	24
2	172	4,1	„	49
3	249	5,9	„	70
4	336	7,9	„	95

Aus Draht B wurden die Magnete von der ungefähren Länge 30, 100 und 120 hergestellt. Leider zerbrach während der Untersuchung der längste dieser Magnete in drei Stücke. Da-

1) Vergl. *v. Waltenhofen*'s Grundgedanken zur Untersuchung der Stahlhärte auf elektromagnetischem Wege.

durch hatte man dann aus Draht B 5 Magnete, die hier ihrer Länge nach numerirt sein mögen:

Magnet No.	Masse g	Länge cm	mittl. Durchmesser cm	Dim.-Verh. α
5	0,068	1,6	0,083	20
6	126	3,0	"	37
7	197	4,7	"	57
8	236	5,7	"	68
9	413	10,0	"	120
10	502	12,0	"	145

Als No. 10 ist derjenige Magnet bezeichnet, durch dessen Zerbrechen die kürzeren Magnete 5 + 7 + 8 entstanden sind. Zur leichteren Uebersicht sind nur abgerundete Zahlen mitgetheilt. Was die Längen der Magnete betrifft, so verkürzen sich dieselben merklich durch Anlassen und Ausglühen in Folge der dabei stattfindenden Volumcontraction.

§ 3.

Magnetisirungsverfahren.

Die Magnetisirung der Drähte geschah mittels einer cylindrischen Spule durch galvanischen Strom. Als Stromquelle stand uns die *Hefner-Alteneck*'sche *dynamoelektrische Maschine* des physikalischen Instituts zur Verfügung, wodurch es uns möglich geworden, sehr starke magnetisirende Kräfte zur Anwendung zu bringen und dadurch bei unseren Magneten den Zustand voller magnetischer Sättigung zu erreichen.

Die Magnetisirungsspule, von der Länge $2a = 22{,}3$ cm enthielt 10 Lagen, jede von der ungefähren Windungszahl $n = 55$, und zwar variirte der Halbmesser r der Windungslagen von $r = 2{,}1$ bis 5,3 cm.

Wird die Magnetisirungsspule vom Strome i durchflossen, so ist bekanntlich die magnetisirende Kraft X_b auf einen in der Axe liegenden und von ihrer Mitte um b entfernten Punkt eines Magnets für jede Lage der Spule

$$X_b = \frac{\pi\, n\, i}{a}\left[\frac{a+b}{\sqrt{(a+b)^2+r^2}} + \frac{a-b}{\sqrt{(a-b)^2+r^2}}\right]$$

Bei unserer Anordnung war i etwa

$$= 3{,}0 \; \frac{g^{\frac{1}{2}} \, cm^{\frac{1}{2}}}{sec}$$

Berechnet man nun mit diesem Wert die magnetisirende Kraft X_b für jede Lage bei verschiedenem Abstand b (cm), so erhält man für unsere Spule als Gesammtkraft ΣX_b

$$\left[\text{Dimension:} \; \frac{g^{\frac{1}{2}}}{cm^{\frac{1}{2}} \, sec}\right]$$

b	=	0	1	2	3	4	5
ΣX_b	=	884	882	879	874	865	851

Aus diesen Zahlen gewinnt man ein Urtheil, in wie fern die magnetisirten Drähte innerhalb eines homogenen magnetischen Feldes sich befanden. Der längste unserer Magnete war 10 cm lang; die grösste Variation der magnetischen Kraft betrug also etwa 3 bis 4%, bei den übrigen Magneten war diese Variation noch beträchtlich kleiner.

Für die *mittlere Scheidekraft* X einer Windungslage auf einen Magnet von der Länge $2\,b$ hat man den Ausdruck

$$X = \frac{\pi \, n \, i}{a \, b} \left[\sqrt{(a+b)^2 + r^2} - \sqrt{(a-b)^2 + r^2}\right]$$

Bei unserer Spule ergab die Berechnung der Gesammtkraft ΣX aller Lagen für verschiedene Längen b *(cm)* das Resultat:

$$\left[\text{Dimension} \; \frac{g^{\frac{1}{2}}}{cm^{\frac{1}{2}} \, sec}\right]$$

b	=	0	1	2	3	4	5
ΣX	=	884	883	882	880	877	874

Die grösste mittlere Scheidekraft, welche *Ruths* bei seinen Untersuchungen über das Verhalten des temporären Magnetismus angewandt hatte, war $\Sigma X = 40$ bei Eisendrähten und $\Sigma X = 147$

bei Stahlstäben. Bei unseren bedeutend grösseren magnetischen Kräften erscheint die Annahme, dass unsere Magnete den Zustand vollständiger Sättigung erreicht haben, gewiss sehr berechtigt, umsomehr, als dieselben nur von der sehr geringen Dicke = 0,084 cm gewesen. In der That überzeugten wir uns öfters, dass eine wiederholte Magnetisirung keine Erhöhung der permanenten Momente lieferte, die 1% des Ganzen erreicht hätte.

Bei der Magnetisirung mit Spule durch den galvanischen Strom ist stets die Frage zu entscheiden, in welcher Weise der zu magnetisirende Draht der magnetisirenden Wirkung des Stromes ausgesetzt und wieder entzogen werden soll. Einige Beobachter, wie *G. Wiedemann* und *C. Fromme* brachten den zu magnetisirenden Stab in die Spirale erst dann, nachdem der Strom bereits geschlossen und entfernten ihn noch ehe der Strom geöffnet wurde. Durch dieses Verfahren wird die complicirende Wirkung inducirter Ströme wohl vermieden, dagegen der Vortheil des homogenen magnetischen Feldes, aus welchem die Stäbe herausgebracht werden, nicht gewahrt, und die gleichmässige Vertheilung des Magnetismus dadurch möglicherweise beeinträchtigt. Aus diesem letzteren Grunde haben *Holz* und *Ruths* vorgezogen, den Strom plötzlich zu schliessen und zu öffnen, während der zu magnetisirende Stab in der Spirale lag. Beide Methoden sind von *C. Fromme* [1]) zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung gemacht worden.

Wir haben nun von diesen beiden Methoden keiner den Vorzug gegeben sondern das unter den vorliegenden Verhältnissen einfachste Verfahren gewählt, indem wir den magnetisirenden Strom *allmählich anwachsen* und ebenso *allmählich aufhören* liessen.

Beides ist bei den durch einen Gasmotor getriebenen dynamoelektrischen Maschinen von selbst gegeben. Beim Einrücken der Maschine steigt der Strom rasch aber doch allmählich an und fällt ebenso allmählich ab beim langsamen Ausrücken des Motors.

Wir sind zu dem Glauben berechtigt, dass durch diese Art der Magnetisirung das permanente Moment *am wenigsten* eine *nachträgliche Schwächung* erleidet.

---

[1]) *C. Fromme*, Magnetische Experimentaluntersuchungen, Wied. Ann. V., p. 345 1878.

Es wurde also in eine in der Axe der Spirale befindliche enge Glasröhre der Draht eingelegt, dann die Maschine eingerückt, wodurch der Draht in die Mitte der Spirale hineingezogen wurde, dann liess man die Maschine etwa 10 bis 15 sec laufen und rückte wieder langsam aus. Nach einer Pause von etwa 30 sec wiederholte man das Verfahren bei demselben Draht nochmals. Länger als die angegebene Zeit durfte man den sehr starken Strom nicht geschlossen halten, um eine beträchtlichere Erwärmung der Spirale zu vermeiden.

§ 4.

Bestimmung des magnetischen Moments.

Die magnetisirten Drähte wurden durch Ablenkungen eines gedämpften Magnetspiegels theils in erster, theils in zweiter Hauptlage in bekannter Weise mittels Fernrohr und Scala untersucht.

Die Magnete wurden dabei an einem von H. *Eug. Hartmann* für Prof. *F. Kohlrausch* zu ähnlichen Zwecken besonders construirten Apparat befestigt, mittels dessen sie stets in dieselbe relative Lage zum Magnetspiegel gebracht und dabei um 180° umgedreht werden konnten.

Der Apparat bestand aus einem horizontalen, mit Stellschrauben versehenen massiven Messingring, an welchem zwei verticale Messingsäulen als Träger eines in Grade getheilten horizontalen Kreises befestigt waren. In der Mitte des letzteren befand sich eine in einem konischen Lager drehbare und mit zwei Nonien versehene Alhidade, in deren Mitte ein vertical in der Höhe verstellbarer Messingstab als Halter für die Magnete festgeklemmt werden konnte.

An dem unteren Ende dieses Halters wurden die Magnete in passender Weise befestigt. Der Apparat wurde ein für allemal aufgestellt und orientirt und die Entfernung seiner Axe von dem (Sauerwaldt'schen) Stahlspiegel des Magnetometers bestimmt.

Dadurch sind die *relativen* Bestimmungen (und auf diese kam es bei der vorliegenden Untersuchung besonders an) der Momente unserer Magnete von dem Abstand derselben vom Spiegel des Magnetometers unabhängig gemacht worden.

Die Berechnung geschah nach den bekannten Formeln

$$M = \frac{1}{2} \frac{r^3 \, T \, tang \, \varphi}{1 + \frac{1}{2} \frac{l^2}{r^2}}.$$

für die erste, und

$$M = \frac{r^3 \, T \, tang \, \varphi}{1 - \frac{3}{8} \frac{l^2}{r^2}}$$

für die zweite Hauptlage.

Darin bedeutet T die mittlere horizontale Intensität für den Beobachtungsstandpunkt

(in unserem Falle $T = 0{,}196 \; \frac{g^{\frac{1}{2}}}{cm^{\frac{1}{2}} \; sec}$)

r den Abstand des Magnetometerspiegels von der Drehungsaxe des Ablenkungsapparates

(bei unserer Aufstellung $r = 26{,}34 \; cm$),

φ den Ablenkungswinkel, l den Polabstand des Magnets. Für den letzteren wurde durchwegs der genäherte Wert 0,85 L der Länge L der Magnete eingesetzt, was um so mehr berechtigt war, als das betreffende Correctionsglied für die relativen Bestimmungen von geringem Einfluss ist.

Die Bestimmungen wurden bei gewöhnlicher, zwischen 18° bis 21° variirender, Zimmertemperatur angestellt. Die durch diese Unterschiede bedingten Veränderungen des magnetischen Moments wurden ebenso wie die Variationen der horizontalen Intensität als von secundärer Bedeutung nicht beachtet.

Um die mit Magneten verschiedener Länge erhaltenen Zahlen M auf ein von der Länge unabhängiges Maass zurückzuführen, ist in der Folge an Stelle des absoluten Moments M stets das Moment m der Masseneinheit (1 g) („specifischer Magnetismus") angeführt.

§ 5.

Bestimmung des Härtegrades.

Von den beiden zur Bestimmung des Härtezustandes des Stahls von uns früher angewandten Methoden, von denen die eine aus dem thermoelektrischen Verhalten, die andere aus dem

galvanischen Leitungswiderstand auf den Härtegrad des Stahls schliesst, wählten wir die letztere ihrer grösseren Einfachheit wegen. Auch hier waren wir vorzugsweise darauf bedacht, die relativen Bestimmungen des galvanischen Leitungswiderstandes sicher zu stellen und erreichten dies in vorzüglicher Weise nach der *Matthiessen*'schen [1]) Modification der Wheatstone'schen Brückenmethode. In dem einen Hauptzweig der Wheatstone'schen Anordnung (Fig. 1) wurde die Brückenwalze (in der Figur schematisch als gerader Draht AB gezeichnet) von *F. Kohlrausch* [2]) in dem anderen mittels dickerer Kupferdrähte der zu bestimmende Stahldraht D_1 D_2 und ein aus dickerem Neusilberdraht hergestelltes „Zehntel Siemens" Z_3 Z_4 eingeschaltet. Der Stahldraht wurde durch zwei flache Klemmen mittels zweier Messingplättchen geklemmt; nur auf diese Weise konnte ein Zerbrechen des dünnen und im glasharten Zustande äusserst spröden Drahtes vermieden werden. Der zum Vergleichszehntel verwendete Neusilberdraht war an dicke Kupferdrähte angelöthet, die an ihren Enden amalgamirt und in Quecksilbernäpfe eingetaucht waren. Von den Endpunkten A und B der Brückenwalze gingen Verbindungsdrähte zu einem Spiegelgalvanometer, dessen Ausschläge mit Fernrohr und Scala beobachtet wurden. Als Stromquelle reichten zwei Smee'sche Elemente vollständig hin.

Von den beiden Batteriedrähten ging der eine zu dem Contacttröllchen der Brückenwalze, der andere wurde nacheinander mit zwei bestimmten Contactpunkten D_1 und D_2 auf dem zu bestimmenden Draht und mit den beiden Quecksilbernäpfchen Z_3 und Z_4 in Verbindung gebracht. Durch Einstellung auf den Strom $= 0$ in dem Brückenzweig ASB wurden auf dem Messdraht AB der Brückenwalze 4 Punkte M_1 M_2 M_3 M_4 bestimmt, welche den ganzen Draht AB im Verhältnis der Widerstände AD_1, D_1D_2, D_2Z_3, Z_3Z_4 und Z_4B theilten; man hatte dann

$$\frac{D_1\ D_2}{Z_3\ Z_4} = \frac{M_1\ M_2}{M_3\ M_4}$$

unabhängig von allen Contactunsicherheiten.

---

1) *F. Kohlrausch*, Prakt. Physik, IV. Aufl. p. 202.

2) *F. Kohlrausch*, Einfache Methoden und Instrumente zur Widerstandsmessung insbesondere in Elektrolyten; Verh. der phys.-med. Ges. Würzburg, N. F. 15. Band.

Die Contactpunkte D_1 D_2 auf dem Draht wurden durch zwei flach zugespitzte Stahlnadeln gebildet, welche in einem bestimmten Abstand an einem Holzstab befestigt waren. An diese Nadeln waren oben zwei lange dünne Kupferdrähte angelöthet. Der Stab selbst war an einem rechtwinklig gebogenen Stück Brett befestigt, an welchem zugleich die zu den Nadeln führenden Drähte angebracht waren. Bei der Bestimmung wurde die ganze Vorrichtung passend so aufgestellt, dass die beiden Nadeln auf dem Draht ruhten; durch Klemmschrauben wurde dann der von der Stromquelle ausgehende Draht mit den zu den Nadeln führenden Kupferdrähten verbunden, welche letzteren lang und dünn waren, damit nicht bei der Befestigung die Nadeln durch Steifheit der Drähte gleiten.

Die ganze leicht improvisirte Vorrichtung bewährte sich in ausgezeichneter Weise. Trotzdem die zu messenden Widerstände nur wenige Hundertel von *S.E.* betrugen, konnten dieselben mit grosser Sicherheit bis auf wenige Zehntel Procent genau bestimmt werden. Die Einstellung war auf der Brückenwalze mit Hülfe des Spiegelgalvanometers bis auf 0,1 Scalentheil, d. h. $\frac{1}{10000}$ Theil der Drahtlänge *AB* genau. Durch den Umstand, dass der Nadelabstand bei einem und demselben Magnet unverändert blieb — für verschieden lange Magnete hatten wir verschiedene solche Vorrichtungen mit grösserem und kleinerem Nadelabstand — so wie dass die ganze Aufstellung unverändert und in einem Zimmer von sehr constanter Temperatur angebracht war, gestalteten sich die relativen Widerstandsbestimmungen sehr genau.

Wie man nach diesem Verfahren einen Draht auf seine Homogenität prüfen konnte, ist ohne weiteres klar.

Indem man die Vorrichtung mit den beiden Nadeln auf verschiedene Theile des Drahtes legte, ohne an der übrigen Aufstellung das geringste zu ändern, konnte man den Widerstand verschiedener gleich langer Theile des Drahtes mit einander in sehr empfindlicher Weise vergleichen.

Grössere Schwierigkeiten bildeten die Querschnittsbestimmungen der Drähte. Wir bestimmten den mittleren Durchmesser aus mehreren aequidistanten Ablesungen mit einem Mikroskop mittels Ocularscala.

Für relative Widerstandsänderungen der Drähte war diese Methode vollkommen hinreichend.

In den folgenden Zusammenstellungen ist unter s der specifische Leitungswiderstand der Drähte für die Temperatur t mitgetheilt. Letztere variirt innerhalb etwa 2^0 und ist stets in der Nähe von 20^0. Mittels des genäherten Wertes 0,004 des Temperaturcoefficienten hatten wir die Werte s_t auf s_{20} für $t = 20$ umgerechnet.

Aus dem für die Temperatur 20^0 geltenden Werte $s_{20} = x$ haben wir dann den Härtegrad y unserer Drähte nach der Formel

$$y = 41{,}1 \,.\, x$$

berechnet, um die bei der jetzigen Untersuchung erreichten Härtegrade mit denjenigen vergleichbar zu machen, die wir bei unserer früheren Arbeit über Anlassen des Stahls angewandt haben. Das Maass y unseres Härtegrades ist demnach dem specif. Widerstand einfach proportional und steht ausserdem in einfacher Beziehung zur thermoelektrischen Constante $a.10^5$ der Drähte. Betreffs dieser Punkte müssen wir auf unsere frühere Arbeit verweisen.[1])

§. 6.

Verlauf des Anlassens der Magnete.

Den Ausgangspunkt der Versuchsreihen bildete der *glasharte Zustand* der Magnete. Nachdem dieselben zuerst auf ihren Härtegrad durch galvanischen Leitungswiderstand geprüft worden waren, wurden sie frisch magnetisirt und auf ihren specifischen Magnetismus untersucht.

Darauf hin wurden die Magnete der anlassenden Wirkung des *Wasserdampfes von* 100^0 ausgesetzt und zwar, um allmähliche Aenderungen des Härtezustandes hervorzubringen, zuerst 1 Stunde, dann weitere 2, 3 und 4 Stunden lang.

Nachdem durch eine im Ganzen 10stündige Anlassdauer die der Temperatur 100^0 entsprechende Grenze des Anlassens

[1]) *Strouhal u. Barus* Ueber Anlassen des Stahls. Verh. d. phys.-med. Ges. Würzbg. N. F. XV. Bd. — Wied. Ann. XI, p. 930. 1880.

zwar noch nicht erreicht, jedoch nicht mehr sehr entfernt war, wurden die Magnete der Einwirkung des *Anilindampfes* von 185° ausgesetzt und zwar zuerst blos 20 Minuten, dann weitere 40 Min., dann weiter 2, 4 und 6 Stunden lang.

Als weitere Anlasstemperatur wurde die vom schmelzenden *Blei*, nahe = 330° angewandt. Die Drähte wurden darin zuerst blos 1 Minute, dann noch 1 Stunde lang gehalten.

Endlich wurden die Magnete *ausgeglüht*. Man setzte sie in ein mit Hammerschlag gefülltes Gasrohr, hüllte das letztere in Lehm ein und liess das Ganze stark glühen und dann langsam erkalten.

Auf diese Weise hatte man zwischen den beiden extremen Härtezuständen, dem glasharten und weichen, im Ganzen 11 ziemlich gleichmässig vertheilte Härtegrade. Nur zwischen dem durch Bleibad erzeugten und dem ausgeglühten Zustande wären, wie sich nachträglich gezeigt hat, einige Zwischenstufen wünschenswert gewesen. Vorzugsweise bei langen Magneten zeigen sich innerhalb dieses Stadiums noch beträchtliche Aenderungen im magnetischen Verhalten, die sich aus den benachbarten Härtegraden nicht gut durch Interpolation ermitteln lassen.

Jedesmal, nachdem die Magnete aus dem betreffenden Bad oder Dampf herausgenommen wurden, blieben sie eine Zeit lang liegen und wurden dann auf ihren Härtegrad untersucht. Fig. 2 zeigt den Verlauf des Anlassens in übersichtlicher graphischer Darstellung. Als Abscisse ist die Einwirkungsdauer der betreffenden Anlasstemperatur, als Ordinate der auf 20° C. (genähert) reducirte specifische Leitungswiderstand der Drahtsorte *A* resp. *B* aufgetragen. Als solcher wurde der Mittelwert aller bei einzelnen Stücken dieser Drähte angestellten Bestimmungen genommen. Tabellarisch stellt sich dieser Verlauf wie folgt dar:

	A	*B*
Glashart	0,422	0,409
1 *h* in 100°	0,399	0,382
3 *h* „ „	0,382	0,363
6 *h* „ „	0,372	0,353
10 *h* „ „	0,367	0,348

	A	B
20 m in 185°	0,326	0,304
1 h „ „	0,315	0,292
3 h „ „	0,301	0,277
7 h „ „	0,288	0,264
13 h „ „	0,278	0,254
1 m in 330°	0,230	0,213
1 h „ „	0,213	0,197
Ausgeglüht	0,177	0,166.

In wie fern wir berechtigt gewesen, das für den *unmagnetischen* Zustand zunächst aufgestellte Maass der Härte auch auf den *magnetischen* Zustand zu übertragen, und so die durch Magnetisirung der Drähte bewirkten Aenderungen im galvan. Leitungswiderstand und in thermoelektrischer Stellung zu vernachlässigen, haben wir bereits in einer früheren kleinen Mittheilung besprochen.[1])

§ 7.

Versuchsreihen.

Nach dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Plan wurden die in den folgenden Zusammenstellungen enthaltenen Versuchsreihen angestellt.

Die Magnete No. 1, 5 und 6 waren zu kurz um deren Widerstand bequem und zugleich sicher bestimmen zu können; wir haben es desswegen vorgezogen, diesen Widerstand aus dem Widerstand der ihnen am nächsten kommenden Drahtstücke zu interpoliren; desswegen sind die betreffenden Zahlen in (   ) mitgetheilt.

Durch Anlassen erlitten die Magnete jedesmal einen Verlust am magnetischen Moment. Um auch diesen hervortreten zu lassen, wird in den nun folgenden Tabellen auch die Ausschläge des Magnetometers in Scalentheilen *(mm)* als Differenz der zwei Einstellungen mitgetheilt, wie man sie für die beiden um 180° verschiedenen Lagen des Magnets erhalten hatte, und

1) *Strouhal u. Barus*: Ueber die Aenderung der thermoelektrischen Stellung des Eisens und des Stahls durch Magnetisirung. Wied. Ann. XIV. p. 54. 1881.

Vgl. auch *W. Beetz*: Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Länge und den Leitungswiderstand von Eisenstäben. Pogg. Ann. CXXVIII p. 193. 1866.

zwar unter n' die Ausschläge, wie sie die Magnete *nach dem Anlassen*, dann unter n solche, wie sie die Magnete *nach frischer Magnetisirung* gezeigt haben.

I. Magnete im glasharten Zustande.

No.		a	s	t	y	n	M	m
A	1	24	(0,418)	(18,2)	17,4	13,4	2,89	33,7
	2	49	0,421	17,6	17,5	34,6	7,41	43,0
	3	70	0,420	18,3	17,4	52,8	11,20	45,0
	4	95	0,413	18,7	17,0	76,8	16,06	47,9
B	6	37	(0,407)	(18,5)	16,8	25,8	5,54	43,9
	9	120	0,409	18,5	16,9	107,7	22,11	53,5
	10	145	0,405	18,5	16,7	137,8	27,65	55,1

II. Magnete 1 Stunde lang im Wasserdampf.

No.		a	s	t	y	n'	n	M	m
A	1	24	(0,396)	(18,4)	16,4	9,4	13,3	2,85	33,3
	2	49	0,400	18,2	16,5	23,4	33,8	7,23	42,0
	3	70	0,397	18,4	16,4	44,0	51,9	11,01	44,3
	4	95	0,392	18,6	16,2	62,7	75,1	15,70	46,8
B	6	37	(0,380)	(18,6)	15,7	18,5	25,3	5,44	43,1
	9	120	0,381	18,6	15,7	88,9	106,1	21,78	52,8
	10	145	0,378	18,6	15,6	104,0	135,3	27,15	54,1

III. Magnete weitere 2 (im Ganzen 3) Stunden im Wasserdampf.

No.		a	s	t	y	n'	n	M	m
A	1	24	(0,382)	(20,1)	15,7	11,0	13,0	2,80	32,7
	2	49	0,385	20,0	15,8	29,9	33,0	7,06	41,0
	3	70	0,383	20,2	15,7	43,8	50,8	10,78	43,3
	4	95	0,377	20,2	15,5	66,5	74,1	15,49	46,2
B	6	37	(0,363)	(20,2)	14,9	22,3	25,0	5,36	42,5
	9	120	0,364	20,2	14,9	92,1	104,1	21,38	51,8
	10	145	0,362	20,1	14,9	117,7	132,9	26,67	53,2

IV. Magnete weitere 3 (im Ganzen 6) Stunden im Wasserdampf.

No.		*a*	*s*	*t*	*y*	*n'*	*n*	*M*	*m*
A	1	24	(0,373)	(21,1)	15,3	9,6	12,8	2,76	32,2
	2	49	0,376	20,9	15,4	27,7	32,3	6,91	40,1
	3	70	0,375	21,3	15,3	43,1	50,0	10,60	42,7
	4	95	0,369	21,1	15,1	63,1	72,9	15,24	45,4
B	6	37	(0,354)	(21,0)	14,5	22,9	24,7	5,31	42,0
	9	120	0,356	21,0	14,6	91,8	102,2	20,98	50,8
	10	145	0,353	21,0	14,5	119,1	130,5	26,19	52,2

V. Magnete weitere 4 (im Ganzen 10) Stunden im Wasserdampf.

No.		*a*	*s*	*t*	*y*	*n'*	*n*	*M*	*n*
A	1	24	(0,367)	(20,1)	15,1	9,3	12,8	2,75	32,1
	2	49	0,371	20,2	15,2	28,2	32,4	6,93	40,2
	3	70	0,369	20,1	15,2	46,2	50,0	10,60	42,7
	4	95	0,362	20,0	14,9	66,7	73,0	15,25	45,4
B	6	37	(0,348)	(20,1)	14,3	21,9	24,2	5,19	41,1
	9	120	0,349	19,8	14,3	89,8	102,6	21,06	51,0
	10*	145							
	5	20	(0,348)	20,3	14,3		9,3	2,01	29,6
	7	57	0,348	20,2	14,3		42,8	9,13	46,4
	8	68	0,347	(20,3)	14,3		53,0	11,29	47,8

* Magnet zerbrochen.

VI. Magnete 20 Minuten im Anilindampf.

No.		a	s	t	y	n′	n	M	n
A	1	24	(0,326)	(20,1)	13,4	8,9	12,8	2,76	32,2
	2	49	0,329	20,1	13,5	24,1	34,5	7,38	42,8
	3	70	0,327	20,1	13,4	42,3	53,8	11,41	45,9
	4	95	0,323	20,1	13,3	60,6	78,5	16,41	48,9
B	5	20	(0,303)	(20,0)	12,4	7,4	9,2	1,98	29,1
	6	37	(0,304)	(20,0)	12,5	18,5	25,6	5,51	43,6
	7	57	0,303	20,0	12,4	36,0	45,1	9,62	48,9
	8	68	0,304	20,0	12,5	46,2	56,9	12,12	51,3
	9	120	0,305	20,0	12,5	88,9	110,5	22,69	55,0

VII. Magnete weitere 40 Minuten (im Ganzen 1 Stunde) im Anilindampf.

No.		a	s	t	y	n′	n	M	m
A	1	24	(0,314)	(18,9)	12,9	10,2	13,6	2,93	34,1
	2	49	0,316	19,0	13,0	30,3	36,3	7,77	45,1
	3	70	0,315	19,0	13,0	47,7	56,4	11,96	48,1
	4	95	0,311	18,8	12,8	70,6	82,7	17,29	51,5
B	5	20	(0,291)	(19,0)	12,0	8,3	9,4	2,04	30,0
	6	37	(0,291)	(18,8)	12,0	20,8	26,8	5,75	45,6
	7	57	0,292	19,0	12,0	41,6	47,5	10,14	51,5
	8	68	0,290	19,0	12,0	52,9	59,6	12,69	53,7
	9	120	0,291	18,5	12,0	98,9	116,6	23,94	58,0

VIII. Magnete weitere 2 (im Ganzen 3) Stunden im Anilindampf.

No.		*a*	*s*	*t*	*y*	*n'*	*n*	*M*	*m*
A	1	24	(0,300)	(18,9)	12,4	9,5	14,4	3,09	36,1
	2	49	0,301	18,8	12,4	28,5	39,3	8,41	48,8
	3	70	0,301	18,9	12,4	47,3	61,7	13,08	52,6
	4	95	0,297	19,0	12,2	73,3	89,9	18,80	56,0
B	5	20	(0,276)	(18,8)	11,4	8,0	10,0	2,16	31,8
	6	37	(0,276)	(18,8)	11,4	20,1	29,0	6,23	49,3
	7	57	0,276	18,7	11,4	38,8	51,6	11,01	55,9
	8	68	0,276	18,8	11,4	48,7	64,6	13,76	58,2
	9	120	0,277	19,0	11,4	104,4	126,8	26,03	63,1

IX. Magnete weitere 4 (im Ganzen 7) Stunden im Anilindampf.

No.		*a*	*s*	*t*	*y*	*n'*	*n*	*M*	*m*
A	1	24	(0,288)	(20,0)	11,8	12,0	15,1	3,25	37,9
	2	49	0,289	20,0	11,9	33,6	42,9	9,19	53,3
	3	70	0,289	20,0	11,9	55,0	67,2	14,26	57,3
	4	95	0,286	20,0	11,7	80,5	98,9	20,67	61,6
B	5	20	(0,264)	(20,0)	10,8	8,7	10,9	2,36	34,7
	6	37	(0,264)	20,0	10,8	22,1	31,1	6,69	53,0
	7	57	0,264	20,0	10,8	42,8	56,3	12,02	61,0
	8	68	0,265	20,0	10,8	54,1	71,1	15,14	64,1
	9	120	0,264	20,0	10,8	114,7	138,8	28,50	69,0

X. Magnete weitere 6 (im Ganzen 13) Stunden im Anilindampf.

No.		α	s	t	y	n′	n	M	m
A	1	24	(0,278)	(19,9)	11,4	13,1	15,9	3,42	39,9
	2	49	0,277	19,9	11,4	33,1	46,0	9,85	57,1
	3	70	0,280	19,9	11,5	58,6	71,9	15,25	61,3
	4	95	0,277	19,9	11,4	83,5	105,0	21,95	65,4
B	5	20	(0,253)	(19,8)	10,4	7,9	11,1	2,39	35,2
	6	37	(0,254)	(19,9)	10,5	24,6	33,0	7,09	56,2
	7	57	0,252	19,8	10,4	47,3	60,1	12,83	65,1
	8	68	0,254	19,9	10,5	61,9	76,6	16,31	69,1
	9	120	0,257	20,0	10,6	123,6	146,9	30,16	73,1

XI. Magnete 1 Minute im Bleibad.

No.		α	s	t	y	n′	n	M	m
A	1	24	(0,229)	(18,6)	9,4	10,9	15,7	3,38	39,4
	2	47	0,230	18,4	9,5	38,3	56,8	12,16	70,5
	3	70	0,229	18,7	9,4	56,6	94,4	20,02	80,5
	4	95	0,227	18,7	9,4	92,7	140,6	29,40	87,6
B	5	20	(0,212)	(18,6)	8,7	6,1	9,9	2,15	31,5
	6	37	(0,212)	(18,5)	8,7	18,0	35,8	7,68	60,9
	7	57	0,212	18,5	8,7	47,8	72,5	15,47	78,5
	8	68	0,212	18,7	8,7	63,8	93,2	19,85	84,0
	9	120	0,212	18,4	8,7	122,1	189,1	38,82	94,0

XII. Magnete 1 Stunde im Bleibad.

No.		α	s	t	y	n'	n	M	m
A	1	24	(0,212)	(18,8)	8,8	10,0	14,5	3,11	36,3
	2	49	0,213	18,8	8,8	31,5	59,6	12,76	74,0
	3	70	0,211	18,8	8,7	61,3	101,3	21,48	86,4
	4	95	0,211	18,7	8,7	90,2	152,7	31,92	95,2
B	5	20	(0,196)	(18,8)	8,1	6,5	9,4	2,03	29,8
	6	37	(0,196)	(18,8)	8,1	23,2	35,9	7,71	61,1
	7	57	0,196	18,8	8,1	50,8	76,2	16,25	82,5
	8	68	0,196	18,8	8,1	67,9	99,6	21,22	89,8
	9	120	0,197	18,7	8,1	127,6	206,2	42,34	102,6

XIII. Magnete ausgeglüht.

No.		α	s	t	y	n	M	m
A	1	24	(0,176)	(18,5)	7,3	4,7	1,01	11,8
	2	49	0,177	18,5	7,3	25,7	5,50	31,9
	3	70	0,176	18,6	7,3	65,9	13,98	56,2
	4	95	0,175	18,4	7,2	108,5	22,68	67,6
B	5	20	(0,165)	(18,4)	6,8	3,1	0,25	3,7
	6	37	(0,165)	(18,4)	6,8	13,9	2,99	23,7
	7	57	0,165	18,4	6,8	42,2	9,00	45,7
	8	68	0,165	18,5	6,8	60,7	2,93	54,7
	9	120	0,165	18,3	6,8	162,3	3,55	80,7

§ 8.

Folgerungen.

Zur leichteren Uebersicht der aus den mitgetheilten Versuchsreihen gewonnenen Resultate ist im Folgenden eine tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Zahlen entworfen. Da die einzelnen sowohl aus Draht A als auch B hergestellten Magnete einen gleichen relativen Gang in Bezug auf ihren Härtegrad zeigen — unter sich stimmen die Magnete des Drahts B bedeutend besser als die des Drahts A, — so ist unter y ($= 41{,}1\ s_{20}$) der *mittlere absolute Härtegrad der betreffenden Drahtsorte* berechnet und unter m der *specifische Magnetismus einzelner Magnete* dargestellt.

$\alpha = 24 \quad 49 \quad 70 \quad 95$

Draht A	y	*1*	*2*	*3*	*4*
Glashart	17,3	33,7	43,0	45,0	47,9
1 Stunde im Wasserdampf	16,4	33,3	42,0	44,3	46,8
3 Stunden „ „	15,6	32,7	41,0	43,3	46,2
6 „ „ „	15,3	32,2	40,1	42,7	45,4
10 „ „ „	15,1	32,1	40,2	42,7	45,4
20 Minuten im Anilindampf	13,4	32,2	42,8	45,9	48,9
1 Stunde „ „	12,9	34,1	45,1	48,1	51,5
3 Stunden „ „	12,4	36,1	48,8	52,6	56,0
7 „ „ „	11,8	37,9	53,3	57,3	61,6
13 „ „ „	11,4	39,9	57,1	61,3	65,4
1 Minute im Bleibad	9,4	39,4	70,5	80,5	87,6
1 Stunde „ „	8,8	36,3	74,0	86,4	95,2
Ausgeglüht	7,3	8,0	31,9	53,0	67,6

		$\alpha = 20$	37	57	68	120	145
Draht B	*y*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Glashart	16,8		43,9			53,5	55,1
1 h in 100°	15,7		43,1			52,8	54,1
3 " "	14,9		42,5			51,8	53,2
6 " "	14,5		42,0			50,8	52,2
10 " "	14,3	29,6	41,1	46,4	47,8	51,0	
20 m in 185°	12,5	29,1	43,6	48,9	51,3	55,0	
1 h " "	12,0	30,0	45,6	51,5	53,7	58,0	
3 " "	11,4	31,8	49,3	55,9	58,2	63,1	
7 " "	10,8	34,7	53,0	61,0	64,1	69,0	
13 " "	10,5	35,2	56,2	65,1	69,1	73,1	
1 m im Bleibad	8,7	31,5	60,9	78,5	84,0	94,0	
1 h " "	8,1	29,8	61,1	82,5	89,8	102,6	
Ausgeglüht	6,8	3,7	23,7	45,7	54,7	80,7	

Auf Grundlage dieser Tabelle ist in Fig. 3 und 4 eine graphische Darstellung sämmtlicher Beobachtungen entworfen. Als Abscisse ist der absolute Härtegrad, als Ordinate der specifische Magnetismus einzelner Magnete beider Drahtsorten dargestellt. Entsprechend dem Verlauf des Anlassens — also der Abnahme des Härtegrades — ist dabei die Abscisse — Härtegrad — nach rechts abnehmend aufgetragen. Die so erhaltenen Punkte reihen sich in ihrer Aufeinanderfolge in Curven, deren Verlauf mit ganz befriedigender Sicherheit aus den vorliegenden Beobachtungen sich entwerfen lässt.

Aus diesen Curven kann man in Bezug auf die hier in Betracht kommende Function — *zunächst unabhängig vom Dimensionsverhältnis* — folgenden, einstweilen nur für gestreckte Magnete bewiesenen — Satz entnehmen:

Der permanente Magnetismus gesättigter Magnete nimmt beim ersten Anlassen zunächst stetig ab, sinkt bis zu einem Minimum, nimmt dann beim fortgesetzten Anlassen stetig zu, steigt bis zu einem Maximum und fällt wieder beim Uebergang zum ausgeglühten Zustand.

Der *Einfluss des Dimensionsverhältnisses* zeigt sich weniger, so weit es das *Minimum*, dagegen in entscheidender Weise, so weit es das *Maximum* betrifft. In der That fällt das Minimum nahezu auf gleichen Härtegrad bei allen Magneten, — es ist derjenige Härtegrad, der ungefähr mit dem der Siedetemperatur des Wassers entsprechenden Grenzzustande zusammenfällt. — Dagegen ist die Lage des Maximums durch das Dimensionsverhältnis wesentlich bedingt, indem das Maximum desto mehr gegen geringere Härtegrade hinüberrückt und dabei relativ desto mehr zunimmt, je grösser das Dimensionsverhältnis also je gestreckter der Magnet ist. Bei sehr gestreckten Magneten nimmt auf diese Weise die Magnetisirbarkeit ganz beträchtlich zu, so dass der specifische Magnetismus in stark angelassenem Zustande mehr als das Doppelte des Wertes betragen kann, den der Magnet im glasharten Zustande annimmt.

Es ist also sehr bemerkenswert, dass mit dem Anlassen des Stahls nicht nur dessen *thermoelektrisches Verhalten* und dessen *galvanische Leitungsfähigkeit* ganz bedeutend sich ändert, sondern auch dessen *Magnetisirbarkeit*, wenn auch nur bei solchen Magneten, die sehr gestreckt sind.

Wir wollen nun diese unseren Resultate mit denjenigen vergleichen, die frühere Beobachter über denselben Gegenstand gewonnen haben. In Ermangelung eines verwendbaren Maasses für den Härtegrad hat man denselben durch Anlassfarben charakterisirt und demgemäss stets harte, gelb und blau angelassene Stäbe untersucht. Mit unserem Anlassverfahren verglichen würde „gelb angelassen“ ungefähr demjenigen Härtegrad nahe kommen, der als Grenzzustand durch Anlassen in Anilin resultirt, und ebenso würde „blau angelassen“ mit dem durch Anlassen in Blei gewonnenen Härtegrade vergleichbar sein.

Wir wollen also aus unserem Material diese zwei Härtegrade nebst dem glasharten und ausgeglühten herauswählen und eine graphische Darstellung entwerfen, indem wir das Dimensionsverhältnis als Abscisse und den specifischen Magnetismus als Ordinate auftragen.

Nach einer bereits in der Einleitung begründeten Bemerkung darf man nicht ohne weiteres die an beiden Drähten A und B gewonnenen Zahlen mit einander verwenden.

In der That sieht man auch, wenn man die Beobachtungen graphisch darstellt, dass sich die aus Draht A und B erhaltenen Zahlen keineswegs decken, vielmehr reihen sich die dem Draht A entsprechenden Puncte in eine andere Curve als diejenigen, die dem Draht B angehören. Nachträglich wären wir geneigt, die dem Draht B zugehörigen Magnete gegen die aus Draht A hergestellten zu bevorzugen, da der erstere Draht viel homogener war. Fig. 5 enthält indessen beide Curvenarten, und es sind die „Curven B“ ausgezogen, dagegen die „Curven A“ punctirt gezeichnet. Da von den Magneten des Drahtes B nur No. 6 und 8 im glasharten Zustand bestimmt wurden, so mussten für die übrigen Magnete No. 5, 7 und 8 die für ihren glasharten Zustand geltenden specifischen Magnetismen durch graphische Extrapolation genähert ermittelt werden. Die durch graphische Darstellung erhaltenen Punkte reihen sich in ganz befriedigender Weise zu Curven an einander und bestimmen den Verlauf derselben mit vollkommen hinreichender Sicherheit.

Der Verlauf dieser Curven ist von grossem Interesse. Zunächst fällt auf, dass die Curven A tiefer verlaufen als die Curven B, und zwar ist der ungefähre Abstand der Curven — wenn man so schlechtweg sagen darf — in Uebereinstimmung mit den Curven der Fig. 2, welche den Gang des Anlassens angeben. Die „härteren Drähte“ A erweisen sich als weniger magnetisirbar als die weniger harten B. Indessen dürfte der Draht A — obgleich angeblich von gleicher Sorte mit B — doch von diesem verschiedener Zusammensetzung sein, da sonst die Differenz der Leitungswiderstände im ausgeglühten Zustande nicht so bedeutend sein könnte.

Die Curve *„glashart“* verläuft concav gegen die Abscissenaxe und nähert sich einem oberen Grenzwerte. Die beiden anderen Curven, *„gelb und blau angelassen“* verlaufen zunächst convex gegen die Abscissenaxe, haben dann einen Wendepunct und werden wieder concav und nähern sich ebenfalls einem Grenzwert. Dieser Verlauf der Curven ist im ersten Anfang — bis zum Dimensionsverhältnis 20 — durch vorliegende Beobachtungen

nicht direct begründet, jedoch folgt er aus den weiter liegenden Punkten mit hinreichender Sicherheit.

Die drei Curven schneiden sich in 3 Punkten, welche bestimmte Uebergangszustände charakterisiren. Bei $\alpha =$ etwa 15 ist die Magnetisirbarkeit im glasharten und gelb angelassenen Zustande gleich, bei $\alpha = 20$ jene im glasharten und blau angelassenen, bei $\alpha = 30$ endlich ist blau und gelb angelassener Magnet in gleicher Weise magnetisirbar.

Es mögen nun diese Resultate mit den von *Ruths* erhaltenen Zahlen verglichen werden. Wir wollen von seinen Versuchen die auf pag. 47 seiner Abhandlung mitgetheilte und für den Gegenstand massgebendste Versuchsreihe entnehmen und hier wieder nur diejenigen Zahlen auswählen, welche sich auf Magnete im möglichst gesättigten Zustande beziehen. An Stelle des absoluten magnetischen Moments der Stahlstäbe haben wir in der folgenden Zusammenstellung aus seinen Angaben den specifischen Magnetismus zur leichteren Vergleichung mit unseren Zahlen berechnet.

Ruths:

Länge	$L = 12$	*I.*	*II.*	*III.*	*IV.*	*V.*	*VI.*
Durchmesser	$D =$	0,19	0,24	0,29	0,38	0,49	0,59
Dimensionsverhältnis	$\alpha =$ (approx)	70	50	40	30	25	20
Masse	$\mu =$	1,99	4,31	6,22	10,55	17,50	25,65
Specif. Magnetismus:	$m =$						
Glashart		68,7	66,1	74,7	61,0	66,6	51,0
Gelb angelassen		88,6	71,0	79,1	52,0	38,6	29,7
Blau angelassen		92,9	71,0	90,2	61,3	48,2	28,4

Die erste Bemerkung, die wir an diese Zusammenstellung knüpfen wollen, betrifft den in § 2 von uns hervorgehobenen Einfluss der Härtung. Ruths' Magnete waren alle von gleicher Länge, dagegen variirte die Dicke von 0,2 bis 0,6 cm. Stäbe von so verschiedener Dicke in auch nur annähernd gleicher Weise zu härten ist wohl unmöglich, auch wenn sie von ganz gleichem Material

wären. Die Folge davon ist, dass die bei verschiedenen Magneten erhaltenen specif. Magnetismen mit einander gar nicht vergleichbar sind. Ein Zusammenhang zwischen Dimensionsverhältnis und dem specif. Magnetismus, also eine in ähnlicher Weise wie Fig. 5 durchgeführte graphische Darstellung ist auf Grundlage der Ruths'schen Zahlen nicht mit ähnlicher Sicherheit ausführbar. Im grossen Ganzen nimmt der specif. Magnetismus mit dem Dimensionsverhältnis zu. Bei den weniger gestreckten Magneten IV, V und VI im glasharten Zustande erhielt Ruths bedeutend grössere specifische Magnetismen als wir bei unseren. Nach seinen Zahlen würde der Durchschnittspunct der Curve „glashart“ und „blau angelassen“ bei $\alpha = 30$ liegen, der Durchschnittspunct der Curven „blau“ und „gelb angelassen“ bei $\alpha = 20$. Um diesen Daten zu genügen müsste Fig. 5 in der Weise abgeändert gedacht werden, dass die Curve „glashart“ — entsprechend den Ruths'schen grossen Werten — zu Anfang rascher ansteigt als es in Fig. 5 der Fall ist, so dass sie die beiden anderen erst dann schneidet, nachdem sie sich selbst und zwar nicht bei $\alpha = 30$ sondern schon bei $\alpha = 20$ bereits geschnitten haben; die Curve „glashart“ würde dann bei $\alpha = 30$ schon die Curve „blau angelassen“ schneiden, und etwa bei $\alpha = 40$ die Curve „gelb angelassen“. Freilich würde dann die bei $\alpha = 50$ beobachtete Gleichheit zwischen „gelb“ und „blau“ angelassen nicht damit im Einklang stehen.

C. Fromme stellt mit 8 Stäben, je 4 von gleichen Dimensionen, Controlversuche zu den Ruths'schen Resultaten an.

Davon haben die ersten 4 Stäbe das Dimensionsverhältnis $\alpha = \frac{100}{7} = 15$, die anderen 4 ein $\alpha = \frac{100}{2} = 50$.

Seine Versuche geben folgende Resultate für den Quotienten:

$\frac{Gewicht}{t^2}$	$\alpha = 15$	$\alpha = 50$
Glashart	1982	413
Gelb angelassen	1508	448
Blau angelassen	1118	440

Diese Zahlen würden den Durchschnittspunkt der Curven, „gelb und blau angelassen“ auf $\alpha = 50$ andeuten, übereinstimmend mit dem von Ruths bei Magnet II erhaltenen Resultate; der vorhin erwähnte Widerspruch zwischen den bei $\alpha = 50$ und

den von Ruths bei $\alpha < 50$ erhaltenen Zahlen würde aber dann bleiben, da ja diese letzteren jenen Durchschnittspunkt auf $\alpha = 20$ andeuten. Auch bei den *Fromme*'schen Zahlen bleibt das Bedenken bestehen, die bei so verschieden dicken (0,2 und 0,7 cm) Stäben erhaltenen Resultate ohne weiteres auf einander zu beziehen.

§ 9.

Verhalten kurzer und dicker Magnete.

Es möge nun zum Schluss erlaubt sein, einiges über das Verhalten *kurzer* und *dicker* Magnete zu bemerken.

Unsere Versuche gehen abwärts bis zum Dimensionsverhältnis $\alpha = 20$, allein aus dem Verlauf der Curven in Fig. 5 die graphisch zwischen $\alpha = 20$ und $\alpha = 0$ ungefähr ergänzt wurden, kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit auf das Verhalten solcher Magnete schliessen, bei denen $\alpha < 20$.

Die in Fig. 3 und 4 mit dem ersten Anlassen erfolgende Abnahme der Magnetisirbarkeit bleibt auch bei kurzen und dicken Magneten bestehen. Versuche darüber haben wir bereits angestellt und sie ergaben eine Bestätigung dieses Verhaltens in allen Fällen. Dagegen dürfte das Maximum mit abnehmendem Dimensionsverhältnis sich allmählich verflachen und dabei gegen grössere Härtegrade hinüberrücken, so dass schliesslich dieses Maximum unter den Ausgangswert sinkt und die Magnetisirbarkeit im glasharten Zustande sich als am grössten erweist. Damit stehen auch die von *C. Fromme* für $\alpha = 15$ erhaltenen Zahlen im Einklang, damit stimmt auch das Verhalten der drei Curven „glashart, gelb und blau angelassen“ in Fig. 5 überein. Inwiefern übrigens das hier als wahrscheinlich aufgestellte Verhalten insbesondere bei Magneten von sehr kleinem Dimensionsverhältnis wirklich zutrifft, darüber muss erst eine experimentelle Bearbeitung des Gegenstandes, die wir uns für eine zweite Mittheilung vorbehalten eine Entscheidung treffen.

Bemerkenswert ist noch das magnetische Verhalten ausgeglühter Stahldrähte. Sehr kurze Drähte geben, wie Fig. 5, Curve „ausgeglüht“ andeutet, sehr schwache Magnete, dagegen werden

diese mit zunehmender Länge stärker und überholen nach und nach glasharte und gelb angelassene ja bei sehr grossem Dimensionsverhältnis scheinen sie sogar auch die blau angelassenen zu erreichen oder denselben wenigstens sehr nahe zu kommen. Damit steht das in Fig. 3 und 4 auftretende Fortrücken des Maximums gegen geringere Härtegrade mit steigendem Dimensionsverhältnis im Einklang. Es ist also sehr bemerkenswert, dass so wie bei *sehr geringem* α der *eine* extreme Zustand — der *glasharte* — bei *sehr grossem* α der *andere* extreme Zustand, der *weiche* sich als am besten magnetisirbar erweist.

Damit ist jedoch keineswegs gesagt, dass es auch zweckmässig ist, bei sehr kurzen und dicken Magneten den glasharten, dagegen bei sehr langen den ausgeglühten Zustand zu wählen. Eine andere Frage kommt da wesentlich in Betracht, nämlich *das Verhalten der Magnete bezüglich ihrer Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Temperatureinwirkungen.* Doch hoffen wir über diesen Gegenstand demnächst ausführlichere Mittheilungen machen zu können.

Wir können die vorliegende Arbeit nicht schliessen ohne noch Worte des herzlichsten Dankes an H. Prof. *F. Kohlrausch* zu richten für dessen freundliches Entgegenkommen und bereitwillige Unterstützung, die er uns zu jeder Zeit erwiesen hat.

Würzburg, 26. Februar 1882.

II.

Ueber den Einfluss des Anlassens auf die Haltbarkeit der Magnete.

Von

V. STROUHAL und C. BARUS.

(Mit Tafel III.)

I.

Der *Einfluss der Temperatur* auf den permanenten Magnetismus der Stahlmagnete äussert sich bekanntlich theils in *bleibender*, theils in *vorübergehender* Weise.

Wird ein bei einer bestimmten Temperatur t frisch magnetisirter Stahlstab auf eine höhere Temperatur T gebracht und dann wieder auf die frühere Temperatur t abgekühlt, so erleidet er durch diesen Temperaturwechsel einen bleibenden Verlust an magnet. Moment.

Eine Wiederholung des Verfahrens bringt einen neuen aber jedesmal kleineren Verlust hervor in der Weise, dass endlich ein bestimmter *Grenzzustand* erreicht wird, bei welchem die gleiche Temperaturerhöhung keine bleibende, sondern nur eine vorübergehende Abnahme des magnet. Moments hervorbringt.

Beobachtungen und Versuche über diesen Gegenstand liegen sehr zahlreich vor;[1]) sie führten zu der in der Praxis gewöhnlich

[1]) Literaturangaben enthält u. A.:

J. Lamont, Magnetismus 1867 p. 386.

G. Wiedemann, Galvanismus IIa 1874 p. 603. Vergl. auch

A. Mousson, Physik, 3. Aufl. III p. 110.

Von den neueren Arbeiten (seit 1876) auf diesem Gebiete sind ferner hervorzuheben:

G. Wiedemann, Bemerkungen zu einigen Abhandlungen aus dem Gebiete des Magnetismus. Pogg. Ann. CLVII pag. 257—281, 1876.

J. M. Gaugain, Einfl. d. Temperatur auf die Magnetisirung. C. R. LXXXII und LXXXIII. Beiblätter I pag. 119, 1877.

befolgten Regel, Magnete, bei denen keine andere als nur eine *vorübergehende* Aenderung des magnet. Moments durch Temperaturänderungen innerhalb gewisser Grenzen zulässig sein soll, zuvor sehr oft zwischen diesen oder noch weiteren Grenzen zu erwärmen und abzukühlen, um auf diese Weise jenen Grenzzustand zu erreichen.

Der Grund, warum wir ein bereits von so vielen Beobachtern bearbeitetes Thema wieder aufgenommen und zum Gegenstande einer neuen Untersuchung gemacht haben, lag in erster Reihe in den vielen neuen Erfahrungen, die wir bei unseren Arbeiten über Stahl gewonnen haben.

Diese Erfahrungen deuteten entschieden darauf hin, dass bei den bis jetzt vorliegenden Versuchen über die Einwirkung der Temperatur auf *glasharte* Magnete, — und auf diese sollte sich unsere Arbeit zunächst beschränken — ein Punkt von einigen Forschern bloss angedeutet, von den meisten dagegen ganz ausser Acht gelassen worden ist, nämlich die *Veränderung des Materials*, welche bei der Einwirkung höherer Temperaturen auf glasharte Magnete eintreten muss. Unsere Versuche über Anlassen des Stahls führten zu dem Resultat, dass schon Temperaturen, die relativ wenig höher sind als diejenige Temperatur, bei welcher der Stahl abgelöscht worden war, einen anlassenden Einfluss und somit eine Veränderung des Materials bewirken.

Will man nun den *Einfluss der Temperatur* auf die *magnetischen Eigenschaften allein* studiren, so muss natürlich jeder Einfluss der Temperatur auf das Material gänzlich vermieden werden. An diesem Uebelstand leiden aber alle die früheren Versuche über diese Frage. Die Beobachter wenden wiederholt Temperaturen bis ca. 100° an und dabei verändert sich während des Versuches das Material unter den Händen des Beobachters, dessen

---

J. M. Gaugain, Ueber die vorübergehende Aenderung des permanenten Magnetismus. C. R. LXXXVI. Beiblätter II pag. 283, 1878.

G. Poloni, Ueber den permanenten Magnetismus des Stahls bei verschiedenen Temperaturen. Elettricista II pag. 193—231. Beiblätter II pag. 523, 1878.

G. Poloni, Einfluss der Temperatur auf die Vertheilung des Magnetismus in einem permanenten Magnet. Beiblätter V p. 67, 1881.

G. Poloni, Ueber den permanenten Magnetismus des Stahls bei verschiedenen Temperaturen. Beiblätter V p. 802, 1881.

J. Trowbridge, Wirkung grosser Kälte auf den Magnetismus. Beiblätter V p. 614 1881.

Folgerungen dann notwendiger Weise nicht jenen Anspruch an Genauigkeit erreichen, den der Beobachter selbst angestrebt hat.

Ausser diesem war es noch ein anderer Gesichtspunkt, der uns bei unseren Versuchen leitete, nämlich die *Herstellung von Magneten möglichst guter Haltbarkeit.* Wir brauchen nicht hervorzuheben, welche grosse Bedeutung diese Frage für alle absoluten, insbesondere aber relativen magnetischen Messungen besitzt. Dass aber die bis jetzt üblichen praktischen Regeln zu diesem Zwecke nicht ausreichen, bestätigen selbst die erfahrensten Beobachter auf diesem Gebiete. Das einzig sichere schien bis jetzt, sehr *alte* Magnete zu messenden Zwecken anzuwenden; allein selbst diese mussten ängstlich vor jeder mechanischen Erschütterung, von jedem stärkeren Temperaturwechsel bewahrt werden, damit keine Aenderung ihres magnetischen Moments eintrete.

Im Folgenden führen wir unsere Versuche in ihrer chronologischen Aufeinanderfolge an. Manche davon bestätigen nur Folgerungen, zu denen andere Forscher bereits gelangt sind; dass wir solche Versuche von der Mittheilung nicht ausgeschlossen haben, möge der innere Zusammenhang und die meistens neue Interpretation derselben rechtfertigen.

Die Magnetisirung der Drähte, die Bestimmung und Berechnung des magnetischen Momentes so wie die Untersuchung des Härtezustandes des Stahls geschah in derselben Weise wie in einer früheren von uns publicirten Arbeit [1]), auf welche wir betreffs der erwähnten Punkte der Kürze halber verweisen müssen.

II.

Die ersten orientirenden Versuche wurden mit 6 kleinen parallelepipedischen Magneten von gleichem Material angestellt, welche, ursprünglich zu einem anderen Zweck, auf ihre Magnetisirbarkeit geprüft werden sollten.

Die Dimensionen (cm) und die Masse (g) dieser Magnete (nach ihrer Härtung) waren:

---

[1]) *Strouhal* und *Barus*: Ueber die Magnetisirbarkeit des Stahls bei verschiedenen Härtegraden, Verh. der phys.-med. Gesell. Würzburg, N. F. XVII. Bd.

	I	II	III	IV	V	VI
Länge	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5
Breite	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Höhe	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Masse	0,328	0,278	0,278	0,232	0,133	0,113

Mit einem grossen *Funkler*'schen Hufeisenmagnet (von 50 Kilo Tragkraft) magnetisirt, haben dieselben folgenden specifischen Magnetismus

$$\left(\text{Dimension:} \ \frac{cm^{\frac{5}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\ sec} \right) \text{angenommen:}$$

	I	II	III	IV	V	VI
$m =$	16,4	12,9	18,6	14,8	25,0	20,7

Nun wurden die Magnete 10 mal aus einem Wasserbad von 15° C. in ein anderes von 50° C. abwechselnd gebracht und darin jedesmal etwa 10 sec gehalten. Nach dieser Behandlung ergab eine Bestimmung ihres specifischen Magnetismus folgende Zahlen:

	I	II	III	IV	V	VI
$m =$	16,1	12,7	18,4	14,6	24,6	20,3

Die Verluste erweisen sich demnach als nicht sehr bedeutend; im Durchschnitt etwa $^3/_2$ %. Die höhere Temperatur von 50° ist offenbar noch relativ niedrig; wollte man auf die Weise einen Grenzwert erreichen, so müsste man offenbar den Vorgang sehr oft, vielleicht über 100 mal wiederholen.

Aus diesem Grunde gingen wir zu höheren Temperaturen über und setzten die Magnete der Einwirkung des *Wasserdampfes von 100°* aus. Zuvor jedoch wurden sie noch frisch magnetisirt und zwar durch den galvanischen Strom einer dynamoelektrischen Maschine mittels einer Spule, deren mittlere Scheidekraft für die Länge: 2,5 bis 3,0 cm der Magnete und die angewandte Stromstärke: = 3,0 $\frac{cm^{\frac{1}{2}}\ g^{\frac{1}{2}}}{sec}$ sich ergab:

$$\Sigma\ X = 885\ \frac{g^{\frac{1}{2}}}{cm^{\frac{1}{2}}\ sec}$$

Dieselben erreichten durch die so starken magnetisirenden Kräfte das grösstmögliche magnetische Moment.

Darauf wurden die Magnete in Wasserdampf von 100° gesetzt und darin eine bestimmte Zeit lang, und zwar 20, 40 min dann 1, 2, 3 und endlich 4 Stunden lang gehalten. Jedesmal, nachdem sie herausgenommen wurden, blieben sie eine Zeit lang im Zimmer von einer zwischen 10 und 15° liegenden Temperatur liegen und wurden dann auf ihr magnetisches Moment untersucht. Die Resultate dieser Versuchsreihe zeigt die folgende Zusammenstellung:

Specifischer Magnetismus.

	I.	*II.*	*III.*	*IV.*	*V.*	*VI.*
Originalzustand	18,97	14,90	21,34	17,08	28,70	23,55
20^m im Wasserdampf	14,08	10,74	15,80	12,42	20,94	16,66
weitere 40^m " "	11,68	9,05	13,45	10,42	17,60	13,92
" 1^h " "	10,34	8,11	12,21	9,60	15,68	12,22
" 2^h " "	9,42	7,32	11,21	8,85	14,16	11,04
" 3^h " "	8,86	7,07	10,68	8,21	13,63	10,24
" 4^h " "	8,65	6,69	10,29	8,02	12,98	9,91

Stellt man die Resultate dieser Versuche graphisch dar, indem man die Einwirkungsdauer der 100° Temperatur als Abscisse und den specifischen Magnetismus der Magnete bei gewöhnlicher Temperatur als Ordinate aufträgt, so reihen sich die so erhaltenen Punkte in Curven, welche bei allen den untersuchten Magneten einen regelmässigen und gleichartigen Verlauf zeigen. Die Curven fallen zunächst rasch, dann immer langsamer und langsamer ab, so dass sie schliesslich mit der Abscissenaxe nahe parallel verlaufen.

Diese Versuche bestätigen zunächst den *Einfluss der Dauer der Erwärmung* auf die magnetischen Aenderungen. Bekanntlich haben zuerst *Moser* und *Riess* [1]) später *Holmgren* [2]) diesen Einfluss untersucht, und der letztere im Gegensatze zu den beiden ersten Beobachtern denselben behauptet; man war jedoch geneigt, seine

[1]) *L. Moser und P. Riess*, Einfluss der Wärme auf Magnete. Pogg. Ann. XVII, p. 403, 1829.

[2]) *K. A. Holmgren*, Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf den Magnetismus; Acta soc. scient. Upsala (3) I.; Fortschr. d. Physik 1856 p. 536.

Beobachtungen auf andere Ursachen zurückzuführen [1]). Indessen hat schon *Lamont* [2]) darauf hingewiesen, dass *Holmgren* mit glasharten, *Moser* und *Riess* dagegen mit ungehärteten Stahlstäben gearbeitet haben. In neuerer Zeit wurde von *G. Poloni* [3]) der Einfluss der Erwärmungsdauer wiederum betont, indessen das Verhalten von Magneten verschiedener Härtegrade nicht streng geschieden; dass aber solche wesentlich verschieden sich verhalten können werden wir später noch hervorheben.

Aus der graphischen Darstellung unserer ersten Versuche kann man noch eine weitere Folgerung ziehen. Der Verlauf der Curven erinnert vollständig an den Verlauf von denjenigen Curven, welche das Anlassen des Stahls im Wasserdampf von 100° in seiner Abhängigkeit von der Einwirkungsdauer darstellen [4]). Es liegt somit der Gedanke nahe, *die beobachtete Abnahme der magnetischen Kraft mit dem dabei gleichzeitig stattfindenden Anlassen der glasharten Magnete in ursächlichen Zusammenhang zu bringen*, mit anderen Worten, das Anlassen als den *primären* und die Abnahme des magnetischen Momentes als den *secundären* Vorgang aufzufassen.

Um nun diesen Gedanken durch Versuch zu begründen, wurde aus dem Vorrat unserer glasharten Drähte von 0,084 cm Durchmesser ein sehr gut homogener Draht genommen und in zwei gleich lange Stücke von der Mitte aus geteilt. Wir bezeichnen sie als Magnet No. 11 und 12 [5]).

Die Constanten derselben sind:

		No. 11	No. 12	
Länge	=	10,0	10,0	cm
Masse		0,417	0,418	g.

Die Magnete wurden nun mit der Spule zur vollen Sättigung magnetisirt und darauf der anlassenden Wirkung des Wasserdampfes von 100° ausgesetzt, und zwar zunächst 10 Minuten,

---

1) Vergl. *Wiedemann* Galv. II. a) p. 614, 1874.

2) *J. Lamont*, Magnetismus p. 385, 1867.

3) *G. Poloni*, Elletricista II. p. 139. Beiblätter II. p. 523, 1878.

4) *Strouhal und Barus*, Ueber Anlassen des Stahls, Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg, N. F. XV., 1880.

5) Magnete No. 1 bis 10 aus gleicher Drahtsorte wurden bei unserer früheren Untersuchung „Ueber Magnetisirbarkeit des Stahls" verwendet.

dann weitere 20 und 30 Minuten, dann weitere 1, 2, 3, 4, 5, 6 Stunden lang. Nach jedem Anlassen wurde so wie im Originalzustand der Härtegrad durch ihren specifischen Leitungswiderstand *s* bei gewöhnlicher Temperatur *t* bestimmt. Zum Vergleich wurde ferner der Magnet No. 12 nach jedem Anlassen frisch mit der Spule magnetisirt, während der Magnet No. 11 in dem Zustande untersucht wurde, wie er durch das Anlassen sich ergab.

Die Resultate dieser Versuchsreihe zeigt die folgende tabellarische Zusammenstellung. *m* ist der specifische Magnetismus nach dem Anlassen, m^* nach frischer Magnetisirung.

	No. 11.			No. 12.			
	s	*t*	*m*	*s*	*t*	*m*	m^*
Glashart	0,430	18,3	62,6	0,434	18,5		62,5
10 ^{m} in 100°	0,421	18,7	59,5	0,426	18,7	59,7	62,4
weitere 20 „ „	0,412	20,1	56,0	0,415	20,1	58,2	61,9
„ 30 „ „	0,403	21,0	52,6	0,406	21,0	57,5	60,6
„ 1 ^{h} „ „	0,392	19,9	50,0	0,396	20,0	56,5	60,2
„ 2 „ „	0,382	20,2	47,3	0,386	20,1	56,1	59,5
„ 3 „ „	0,373	18,7	46,1	0,377	18,7	56,4	59,4
„ 4 „ „	0,367	19,2	45,1	0,371	19,0	56,5	59,3
„ 5 „ „	0,364	20,0	44,3	0,368	20,0	56,3	59,1
„ 6 „ „	0,361	19,9	43,8	0,364	19,9	56,5	59,0

Aus dieser Zusammenstellung tritt zunächst bei dem Magnet No. 12 der parallele Gang der Zahlen für den specif. Magnetismus *m* und den specif. Leitungswiderstand *s* auffallend hervor. Stellt man die Beobachtungen graphisch dar, als Abscisse die Einwirkungsdauer der Anlasstemperatur, als Ordinate den specif. Magnetismus, resp. Leitungswiderstand, so erhält man (Fig. 1 und 2) zwei vollkommen ähnlich verlaufende Curven. Es ist ausser allen Zweifel, *dass die continuirlich erfolgende Abnahme des magnet. Moments durch die Anlassvorgänge mit bedingt ist.* Dafür spricht auch der Umstand, dass beide Grenzzustände nahezu gleichzeitig erreicht werden.

Was die mit Magnet No. 12 angestellte Versuchsreihe betrifft, so zeigt sich zunächst in den Zahlen m^* die *abnehmende*

Magnetisirbarkeit mit fortschreitendem Anlassen — in Uebereinstimmung mit unseren bereits früher angestellten Versuchen. Ferner sieht man aus dem Vergleich der Zahlen m^* und m, wie beim fortschreitenden Anlassen der Einfluss der höheren Temperatur im Verhältnis zu ihrer Einwirkungsdauer in dem Maasse sich *verringert*, in welchem der Magnet dem der Temperatur 100° entsprechenden *Grenzzustande seiner Härte sich nähert.* Man sieht aber auch, wie endlich ein nach und nach gleichbleibender Grenzzustand nach dem Anlassen sich einstellt in der Art, *dass der bereits dem Grenzzustande der Härte nahegekommener Magnet, frisch magnetisirt und der Temperatur von 100° ausgesetzt auch einen magnetischen Grenzzustand annimmt, der von der Dauer der Temperatureinwirkung beinahe unabhängig ist.*

III.

Um den im letzten Satze ausgesprochenen Gedanken weiter zu verfolgen, wurden die Magnete No. 11 und 12 jetzt *frisch* mit Spule magnetisirt und in ähnlicher Weise der Einwirkung des Wasserdampfes von 100° wie zu Anfang ausgesetzt. Die Versuche ergaben die in folgender Tabelle angegebenen Werte:

Specifischer Magnetismus.

	No. 11.	*No. 12.*	
Frisch magnetisirt	59,0	59,0	
10 m im Wasserdampf	57,3	57,1	
weitere 20 „ „	56,6	56,6	
„ 30 „ „	55,7	55,9	
„ 1 h „ „	55,7	55,6	
„ 2 „ „	55,7	55,6	
Frisch magnetisirt	59,0	58,7	
10 m im Wasserdampf	57,2	57,1	
weitere 20 „ „	56,6	56,4	
„ 30 „ „	56,0	55,9	
„ 1 h „ „	56,0	55,9	
„ 2 „ „	56,0	55,8	

Auch die Magnete No. I bis VI, mit denen die ersten orientirenden Versuche angestellt worden sind, wurden frisch

mit Spule magnetisirt und eine gemessene Zeit lang der Einwirkung des Wasserdampfes ausgesetzt, dann wieder frisch magnetisirt im Wasserdampf gehalten, nochmals frisch magnetisirt und mit Wasserdampf behandelt. Die Resultate ersieht man aus folgender übersichtlicher Zusammenstellung.

Specifischer Magnetismus.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Frisch magnetisirt	17,82	13,96	20,14	16,22	27,20	22,58
1^h in 100°	16,34	12,78	18,54	14,75	25,44	21,07
weitere 1 „ „	16,24	12,69	18,33	14,60	25,24	20,93
„ 2 „ „	16,12	12,66	18,29	14,54	25,12	20,41
Frisch magnetisirt	17,84	13,94	20,12	16,03	27,40	22,80
1^h in 100°	16,28	12,69	18,47	14,73	25,42	20,93
weitere 1 „ „	16,24	12,66	18,37	14,69	25,34	20,97
Frisch magnetisirt	17,77	13,91	20,09	16,00	27,25	22,71
10^m in 100°	16,25	12,73	18,31	14,64	25,60	21,01
weitere 50 „ „	16,10	12,59	18,24	14,54	25,34	20,93
„ 1^h „ „	16,07	12,54	18,26	14,54	25,31	20,86

Aus diesen Zahlen sieht man zunächst, dass die Magnete durch das jetzige wiederholte Erwärmen — nachdem sie also bereits früher dem Grenzzustande des Anlassens nahe gekommen sind — einen *bedeutend geringeren Verlust* an Magnetismus erleiden. Magnet No. 11 erlitt bei der ersten wiederholten Erwärmung auf 100° einen Verlust von $\frac{62,6 - 43,8}{62,6} = 30$ Procent, jetzt im Mittel $\frac{59,0 - 55,9}{59,0} = 5,3$ Procent. Der mittlere Verlust der Magnete I. bis VI. war bei den ersten Versuchen $\frac{20,76 - 9,42}{20,76} = 55$ Procent, zuletzt dagegen im Mittel bloss $\frac{19,62 - 17,93}{19,62} = 8,6$ Procent. Doch sind letztere Zahlen mit denen des Magnets No. 11 nicht vergleichbar, da die Magnete I. bis VI., bevor sie mit Wasserdampf von 100° behandelt wurden, vorher bereits öfterem Temperaturwechsel zwischen 15 und 50° ausgesetzt worden sind.

Diese Zahlen bestätigen theilweise eine bereits von *Riess und Moser* [1]) und später von *Dufour* [2]) gemachte Beobachtung.

Nach *Riess und Moser* betrug bei einer harten Nadel die Abnahme

bei der ersten Magnetisirung		44 %
„ „ zweiten	„	6,1%
„ „ dritten	„	4,4%

Die letztere Veränderung der magnetischen Abnahme zeigen unsere Beobachtungen nicht. Vielmehr folgt aus diesen, dass, *falls einmal der Grenzzustand erreicht ist* — sowohl der des Härtegrades als auch der des magnetischen Moments — dann der „übrigbleibende“ Verlust bei wiederholter gleicher Behandlung *constant* ist.

Will man nun in alle diese Erscheinungen Klarheit bringen, so muss man offenbar *zwei verschiedene Arten* des magnetischen Verlustes streng scheiden.

Ist der Magnet in einem solchen Härtezustande, dass die höhere Temperatur *eine anlassende Wirkung* ausüben kann — also z. B. glashart — so tritt durch die wiederholte Erwärmung auf eine bestimmte Temperatur *T* eine *Veränderung des Materials* ein. Die Molecule erfahren dabei mechanische Umlagerungen, welche offenbar einen grossen Einfluss auf die Anordnung magnetischer Molecule mit sich bringen. Daher die *auffallend grossen* Verluste an magnetischem Moment. Dass hier die *Dauer der Erwärmung wesentlich mit von Einfluss ist*, so zwar, dass durch eine *lange* Dauer dasselbe erreicht werden kann wie durch *oftmalige Erwärmung und Abkühlung*, kann nicht überraschen, da ja das Anlassen ebenfalls wesentlich von der Einwirkungsdauer abhängig ist.

Wenn nun der zur Temperatur *T* gehörige *Grenzzustand der Härte* erreicht ist, dann kann auch kein Verlust an magnetischer Kraft weiter erfolgen. Wird aber der Magnet frisch magnetisirt und wiederum der Einwirkung der Temperatur *T* ausgesetzt,

1) Pogg. Ann. XVII. p. 403.

2) *L. Dufour:* Ueber die Abhängigkeit der magnetischen Intensität der Stahlstäbe von ihrer Temperatur.

Ueber die magnetische Intensität der Elektromagnete die über 100° erwärmt sind.

Fortschr. d. Phys. 1859.

dann erleidet er den *vom Anlassen unabhängigen* und bedeutend geringeren Verlust, der eine Folge der geringeren Coercitivkraft bei der höheren Temp. T ist und der von der Dauer der Erwärmung *beinahe* unabhängig oder vielmehr in einem weit geringeren Grad abhängig ist. Wenigstens sieht man aus unseren Zahlen, dass, während früher der Grenzzustand nach 22 Stunden noch nicht erreicht war, so tritt er jetzt schon nach etwa 1 Stunde ein, und zwar in der Weise, dass der Hauptheil dieses Verlustes schon in den ersten 10 Minuten erfolgt.

Daraus erklärt sich nun auch, warum bei *weichen* oder bereits *angelassenen* Magneten der Verlust *bedeutend kleiner* als bei glasharten und warum er von der Dauer der Erwärmung (nach *Riess* und *Moser*) unabhängig ist. Die erste durch die Veränderung des Materials bedingte Art des Verlustes fällt hier eben weg und es bleibt nur die andere Art übrig. Es scheint dann auch, dass für eine bestimmte Temperatur T dieser zweite Verlust — als eine *magnetische* Eigenthümlichkeit — vom Material unabhängig ist.

So finden z. B. *Riess* und *Moser* den Verlust

= 13,6 % bei einer weichen Nadel
13,4 „ „ blau angelasenen
13,7 „ „ kirschroth angelassenen.

Ueber diese Frage gedenken wir jedoch noch weitere Versuche anzustellen, welche insbesondere auch die Frage beantworten sollen, ob dieser Verlust nicht etwa vom *Dimensionsverhältnis des Magnets* abhängig ist.

IV.

Ist die im vorigen Abschnitt entwickelte Auffassung richtig, dann muss es offenbar gleichgiltig sein, ob man einen glasharten Stahlstab *zuerst* z. B. in Wasserdampf von 100° anlässt, bis er seinen Grenzzustand der Härte erlangt hat, und *dann* erst zur Sättigung magnetisirt oder ob er schon gleich zu Anfang bis zur Sättigung magnetisirt gewesen und dann der anlassenden Wirkung des Wasserdampfes von 100° ausgesetzt wurde.

Um auch diese — für die Richtigkeit unserer Auffassung entscheidende — Frage experimentell zu prüfen, wurden aus

einem glasharten Draht gleicher Dicke (0,084 cm) wie jener, aus welchem Magnete Nr. 11 und 12 gemacht worden sind, zwei gleich lange Magnete Nr. 13 und 14 gebildet. Die Constanten dieser Magnete waren:

	Nr. 13	Nr. 14
Länge =	9,1	9,1 cm
Masse =	0,379	0,381 g.

Von diesen wurde Nr. 14 frisch bis zur Sättigung magnetisirt, dagegen blieb Nr. 13 unmagnetisirt. Beide wurden nun der anlassenden Wirkung des Wasserdampfes ausgesetzt und der Fortgang des Anlassens am galvanischen Leitungswiderstand verfolgt. Leider brach aber bei einer Bestimmung des Widerstandes durch stärkeres Klemmen ein Stück des Drahtes Nr. 13 ab.

Die Länge desselben betrug dann nur 8,7 cm, die Masse 0,363 gr.

Theils wegen dieses Umstandes, theils aber auch und hauptsächlich desswegen, um den Gegenstand an Magneten verschiedener Dimensionsverhältnisse zu studiren, wurden aus dem Vorrat glasharter, 0,2 cm dicker Drähte drei ausgesucht, welche nahe gleichen specifischen Leitungswiderstand zeigten, nämlich

$$s = 0{,}453 \text{ bei } t = 8{,}7$$
$$0{,}455 \qquad 8{,}8$$
$$0{,}451 \qquad 9{,}0$$

Aus dem ersten und zweiten Draht wurde je ein Magnet — Nr. 15 und 16 — dagegen aus dem dritten Draht, der besser homogen gewesen, zwei kürzere Magnete — Nr. 17 und 18 — gebildet. Die Länge von 15 und 16, sowie 17 und 18 sollte gleich sein, es gelingt jedoch bei so starken und glasharten Drähten nicht, sie an einer bestimmten Stelle abzubrechen, so dass kleine Verschiedenheiten in der Länge nicht vermieden werden konnten.

Die Constanten dieser vier, 0,21 cm dicken Magnete waren:

	Nr. 15	16	17	18
Länge =	0,72	0,73	0,290	0,295 cm
Masse =	1,90	1,92	0,773	0,776 g.

Diese Magnete wurden zunächst nach einem gleichen Plan wie Nr. 13 und 14 behandelt. Nach 11stündigem Anlassen im Wasserdampf von 100° waren die Magnete — wenn auch nicht im Grenzzustande selbst — so doch demselben nahe. Nun wurden

sie *alle* frisch magnetisirt; Magnete 14, 15, 16 und 17 wurden dann wiederum im Wasserdampf von 100⁰ eine bestimmte Zeit lang gehalten und ihr magnetisches Verhalten untersucht, dann wieder frisch magnetisirt und nochmals in gleicher Weise behandelt, Magnete Nr. 13 und 14 wurden zunächst der Einwirkung einer niedrigeren Temperatur, nämlich der Siedetemperatur des Methylalkohols (66⁰) eine bestimmte Zeit lang ausgesetzt, bis sie ihren magnetischen Grenzzustand erreicht haben, dann erst wieder in Wasserdampf von 100⁰ gesetzt, bis sie auch hier in den dieser Temperatur entsprechenden Grenzzustand gekommen sind.

Den Gang und die Ergebnisse des Versuchs zeigt die folgende übersichtliche Darstellung:

	No. 13.			*No. 14.*		
	s	*t*	*m*	*s*	*t*	*m*
Glashart	0,424	9,0		0,428	9,1	51,4
10 ^{m} im Wasserd. 100⁰	0,417	9,0		0,420	9,1	48,7
weitere 20 „ „ „	0,406	9,0		0,409	9,0	45,8
„ 30 „ „ „	0,395	8,0		0,398	8,1	43,4
„ 1 ^{h} „ „ „	0,385	9,0		0,387	9,0	40,8
„ 2 „ „ „	0,374	9,0		0,376	9,0	39,2
„ 3 „ „ „	0,366	9,0		0,367	9,0	38,1
„ 4 „ „ „	0,360	9,3		0,362	9,8	37,0
Frisch magnetisirt			49,9			49,2
1 ^{h} in Methylalkohold. 66⁰			48,3			48,4
weitere 2 „ „			48,0			47,5
„ 3 „ „			48,0			47,4
1 ^{h} im Wasserdampf 100⁰			47,5			47,1
weitere 3 „ „ „			47,5			47,1

	No. 15.			No. 16.			No. 17.	No. 18.
	s	*t*	*m*	*s*	*t*	*m*	*m*	*m*
Glashart						48,1		32,3
1 Tag später	0,453	8,7		0,455	8,8	(47,2)		(31,5)
10^m in 100^0	0,432	9,3		0,432	9,3	37,4		21,4
weitere 20 „ „	0,413	9,6		0,414	9,8	33,2		17,5
„ 30 „ „	0,400	9,7		0,400	9,7	30,3		15,2
„ 1^h „ „	0,385	9,0		0,385	9,0	27,8		13,4
„ 2 „ „	0,372	9,1		0,372	9,1	26,0		11,6
„ 3 „ „	0,362	9,3		0,363	9,5	24,8		11,2
„ 4 „ „	0,358	10,0		0,357	10,0	24,5		10,7
Frisch magnetisirt			43,6			45,3	29,2	30,1
10^m in 100^0			41,8			43,7	27,8	28,6
weitere 20 „ „			41,7			43,6	27,6	28,2
„ 30 „ „			41,6			43,6	27,4	28,2
Frisch magnetisirt			43,4			45,2	29,3	30,0
10^m in 100^0			42,1			44,0	27,8	28,8
weitere 20 „ „			41,9			43,7	27,6	28,4
„ 30 „ „			41,7			43,5	27,4	28,4
„ 3^h „ „			41,6			43,4	27,3	28,3

Die Versuche geben also eine vollständige Bestätigung unserer Annahme. Ist einmal bei der Einwirkung einer höheren Temperatur T der Grenzzustand der Härte erreicht, der dieser Temperatur entspricht, dann ist es für das folgende magnetische Verhalten *vollkommen gleichgiltig*, ob der Magnet schon *vorher* oder erst *nachher* magnetisirt worden ist.

In der That zeigen die Magnete 15 und 16 so wie auch 17 und 18, nachdem sie 11 Stunden lang in Wasserdampf gewesen, nach frischer Magnetisirung und weiterer Behandlung *vollkommen parallelen* Gang, wie sich am besten aus graphischer Darstellung Fig. 1 und 2 ergibt. Ebenso verhalten sich Magnete 13 und 14 im Methylalkoholdampf ganz gleich, so wie auch im Wasserdampf. Bemerkenswert ist, dass der Grenzzustand ein anderer ist für die Temperatur von 66^0 und für die Temperatur von 100^0, vor denen keine eine Veränderung des Materials mehr bewirken kann. Daraus würde folgen, dass — in ähnlicher Weise, wie beim Anlassen einer jeden Temperatur ein bestimmter Grenzzustand zugehört — dass auch beim „magnetischen Anlassen“ einer

jeden Temperatur, so lange diese auf das Material keinen Einfluss mehr ausüben kann, ebenfalls ein bestimmter Grenzzustand entspricht.

In Fig. 1 und 2 ist die Abnahme des specifischen Leitungswiderstandes und die gleichzeitig dabei stattfindende Abnahme des specifischen Magnetismus durch Anlassen in 100° für die Magnete 11, 14, 16 und 18 graphisch dargestellt.

Die gleichartige Aenderung des specifischen Magnetismus und des galvanischen Leitungswiderstandes legt den Gedanken nahe, die Veränderungen dieser beiden Grössen in ihrer *gegenseitigen* Abhängigkeit zu verfolgen. In Fig. 3 ist als Abscisse der specifische Leitungswiderstand, als Ordinate der specifische Magnetismus dargestellt. Die so erhaltenen Puncte reihen sich in Curven, welche mit geringer Krümmung ziemlich parallel und gleichartig mit einander verlaufen. Offenbar ist jede dieser Curven bloss der Anfangszweig einer Curve, welche die gleichzeitig stattfindenden Veränderungen des specifischen Magnetismus und des galvanischen Leitungswiderstandes darstellen würde, wenn man die Magnete, ohne sie frisch zu magnetisiren, in höheren Temperaturen nach und nach weiter anlassen würde.

Aus den Magneten 11, 14, 16 und 17 kann man auch sehen, wie die Abnahme des specifishen Magnetismus vom Ausgangswerte bis zum Grenzwerte mit dem *Dimensionsverhältnis* der Magnete zusammenhängt.

Man hat als Abnahme

Für Nr. 11: $\frac{61,4-44,2}{61,4} = 28\%$ Dim.-Verh. $\frac{10,0}{0,084} = 119$

14: $\frac{51,4-37,0}{51,4} = 28\%$ „ „ $\frac{9,1}{0,084} = 108$

16: $\frac{48,1-24,5}{48,1} = 49\%$ „ „ $\frac{7,3}{0,207} = 35$

18: $\frac{32,3-10,7}{32,3} = 67\%$ „ „ $\frac{2,95}{0,207} = 14$

Im Allgemeinen verlieren also gestrecktere Magnete durch Temperaturerhöhungen weniger als kurze. Doch ist auch der Anfangszustand mit von Bedeutung. So ist der Magnet Nr. 14 gegen den Magnet No. 11 obgleich beide gesättigt waren, relativ weniger stark magnetisch im Anfangszustande — sei es durch Härtung, sei es durch Verschiedenheiten im Material; — der Verlust ist auch relativ kleiner. In ähnlicher Weise zeigt

sich der Einfluss der Härtung bei einer Versuchsreihe, die wir mit 10 kleinen parallelepipedischen Magneten von sehr nahe gleichen Dimensionen angestellt hatten. Die Magnete (als Nr. VII bis XVI bezeichnet) waren 2,5 cm lang, 0,4 cm breit und 0,3 cm hoch, aus gleichem Material, sie wurden in gleicher Weise — so weit man dies überhaupt thun kann — gehärtet und in gleicher Weise — mit Spule — zur Sättigung magnetisirt. Aus der folgenden tabellarischen Uebersicht zeigen sich Verschiedenheiten im Verhalten der einzelnen Magnete, an denen sich jedoch schwer Folgerungen näherer Art ziehen lassen auser der einen, welche den Einfluss der Härtung betont.

	VII	*VIII*	*IX*	*X*	*XI*
Gewicht *(g)*	2,53	2,45	2,48	2,47	2,52
Specifischer Magnetismus:					
Glashart, frisch magnetisirt	11,18	14,11	14,03	15,11	14,15
4^h in 100°	2,70	2,89	3,93	4,34	4,06
Frisch magnetisirt	10,05	12,26	12,31	13,25	12,79
2^h in 100°	7,91	11,06	10,93	12,09	11,44
Verluste in % des Anfangswertes:					
Erster Verlust	76	80	72	71	71
Zweiter Verlust	21	10	12	9	11

	XII	*XIII*	*XIV*	*XV*	*XVI*
Gewicht *(g)*	2,51	2,41	2,48	2,39	2,43
Specifischer Magnetismus:					
Glashart, frisch magnetisirt	12,47	14,05	14,64	16,56	15,76
4^h in 100°	4,09	3,08	4,53	5,55	4,55
Frisch magnetisirt	11,50	13,00	13,61	15,72	14,85
2^h in 100°	9,80	11,82	12,45	13,70	13,34
Verluste in % des Anfangswertes:					
Erster Verlust	67	78	69	67	71
Zweiter Verlust	15	9	9	13	10

V.

Die Verwendung *angelassener* an Stelle *glasharter* Magnete hat, wie aus dem vorhergehenden Beobachtungsmaterial deutlich hervorgeht, den einen grossen Vortheil, dass *ihre Empfindlichkeit gegenüber Temperatureinwirkungen* wesentlich vermindert wird. Wird ein zu einem Magneten bestimmter glasharter Stahlstab *vor* oder *nach* der Magnetisirung bei einer bestimmten höheren Temperatur *T* — wir wollen z. B. die sehr bequem herzustellende Temperatur von 100⁰ wählen und festhalten — so lange angelassen, bis er den dieser Temperatur entsprechenden *Grenzzustand der Härte* annimmt, dann ist *sein Material* gegen Temperaturerhöhungen bis zu 100⁰ vollkommen unempfindlich. Wird dann der Stahlstab — zum ersten oder schon zum zweiten Male — frisch, bis zur Sättigung magnetisirt, und dann nochmals eine gewisse Zeit lang der Einwirkung des Wasserdampfes von 100⁰ ausgesetzt, dann erreicht der Magnet in viel kürzerer Zeit als früher jenen constanten magnetischen Grenzzustand, bei welchem auch sein Magnetismus gegen Temperaturerhöhungen bis zu 100⁰ vollkommen unempfindlich ist.

Bei den Magneten, welche zu messenden Zwecken verwendet werden, verlangt man aber nicht nur Unempfindlichkeit gegen eine bis zur gewissen Grenze steigende Temperaturerhöhung, sondern auch eine Haltbarkeit allen *mechanischen Einwirkungen* — wie Schlag, Stoss etc. — gegenüber sowie auch gegenüber der *Wirkung der Zeit.* Dass die bisher angewandten Methoden nicht hinreichen, Magnete von dieser Beschaffenheit zu erzielen, ist bekannt. Wir wollen in dieser Beziehung nur eine für die vorliegende Frage maassgebende Stimme anführen.

In den „*Annalen des physikalischen Centralobservatoriums, Petersburg* Jahrgang 1878 pag. LXIII, berichtet *H. Wild* über die Functionirung des *Edelmann*'schen Bifilarmagnetometers und sagt über den dazu gehörigen Magnet: „Obgleich der Magnet nach seiner Magnetisirung abwechselnd einer Temperatur von 0⁰ und 30⁰ circa 30 Mal ausgesetzt worden war, um ihn permanenter zu machen, fand doch eine schnelle Abnahme des magnetischen Momentes statt, so dass sie mehrfache Verstellungen und Veränderungen erforderte. Damit nämlich die Scala noch nicht ganz aus dem Gesichtsfelde herausrücke, musste schon am 17.

April (seit Anfang December) der Torsionswinkel um 1⁰ 51′,5 vermindert werden, um wieder die Mitte der Scala in das Gesichtsfeld des Fernrohrs zu bringen . . . . Da die Verminderung des magnetischen Momentes des Stabes auch in folgenden Monaten ungeschwächt fortdauerte, so befürchtete ich, es sei der Magnet schlecht und liess daher nach dem Muster desselben einen neuen herstellen."

Zur numerischen Beurtheilung dieser Abnahme dienen folgende Zahlen:

Der 8,0 cm lange, 2,1 cm breite und 0,22 cm dicke Stahlmagnet, 33,7 gr. schwer, hatte, nachdem er dem oben erwähnten Temperaturwechsel ausgesetzt worden war, das Moment M resp. den specifischen Magnetismus m

zu Anfang $M = 954{,}2$ $m = 28{,}31$

nach 9 Monaten $M = 914{,}5$ $m = 27{,}14$

Die Abnahme betrug also in einem Monat durchschnittlich 0,46 Procent des Ausgangswertes.

Doch auch der neue Magnet bewährte sich keineswegs besser. Im Jahrgang 1879 pag. VIII. berichtet darüber *H. Wild:* „Auch dieser neue Magnet verlor nach der Aufhängung am Bifilar noch fortwährend bis zum Schlusse des Jahres so viel Magnetismus, dass eine Bearbeitung der Beobachtungen an diesem Bifilar nicht erfolgen konnte.

Auch dieser Magnet wurde nach der gewöhnlichen Regel, bevor er in Gebrauch genommen wurde, Temperaturwechseln zwischen 0⁰ und 55⁰ 16 mal ausgesetzt.

Zur numerischen Beurtheilung mögen folgende Zahlen dienen:

Der Magnet hatte das magnetische Moment M resp. den specifischen Magnetismus m am 29. December 1878, gleich nach Magnetisirung $M = 1852$ $m = 55{,}0$.

Eine Zeit lang später, am 4. Februar 1879 war

$M = 1756$ $m = 52{,}1$.

Nach 16 maligem Temperaturwechsel zwischen 0⁰ und 55⁰

$M = 1694$ $m = 50{,}3$.

Die Erklärung dieser Thatsachen ist nun nach dem vorhergehenden nicht schwer.

Man hat — nach den Beobachtungen von *Riess* und *Moser*, nach denen die Einwirkungsdauer der höheren Temperatur unwesentlich sein sollte — seither das Hauptgewicht auf den *Temperaturwechsel* gelegt und in Folge dessen den Magnetstab der höheren Temperatur nur so lange ausgesetzt, als eben notwendig war, damit der Magnet diese Temperatur annehme. Selbst *Holmgren* glaubte, um Temperaturveränderungen innerhalb gewisser Grenzen (0° und 100°) für den Magnetismus unschädlich zu machen, den Magnet einem *Temperaturwechsel* (zwischen 0° und 100°) aussetzen zu müssen und hat desswegen den Magnet bis 213mal abwechselnd erwärmt und abgekühlt. Geschieht dies jedoch — wie gewöhnlich — blos 20—40 mal, (selbst das ist mühevoll und zeitraubend genug), dann kann ein beträchtliches Anlassen des Stahls kaum stattfinden, um so weniger, wenn die angewandten höheren Temperaturen nicht 100° sondern etwa nur 50° betragen.

Der Magnet *bleibt* also im *glasharten* Zustande, in jenem Zustande, in welchem die Molecule in einer sehr gespannten Gleichgewichtslage sich befinden wo sie nach Aenderungen derselben auch ohne äussere Veranlassung — durch Wirkung der Zeit — streben. Das Anlassen *vermindert* eben diese, wenn man so sagen darf, unnatürlichen Spannungen und bringt dadurch eine grössere Stabilität hervor.

Günstigere Resultate erhält man durch Anwendung höherer Temperaturen als 50°, z. B. 100°, wenn man den Magnet einigermassen längere Zeit in dieser Temperatur hält. So wurde ein Magnet, welcher für ein Bifilare des phys. Instituts Würzburg bestimmt war, nachdem er frisch magnetisirt worden, 10 Minuten lang im kochenden Wasser gehalten und erst dann in Gebrauch genommen. Der Magnet hatte, frisch magnetisirt, den specif. Magnetismus $m = 28{,}95 \quad M = 2397$

nach dem Anlassen

$$m = 24{,}43 \quad M = 2023$$

Seither steht das Bifilare mehrere Monate im Gebrauch und der Magnet bewährt sich sehr befriedigend.

Beachtet man, wie rasch der Härtegrad des Stahls bei Einwirkung von 100° zu Anfang sich ändert, so wird man zu-

geben, dass schon durch die bloss 10 Minuten lange Behandlung in 100° der Magnet nicht unbeträchtlich angelassen und dadurch die grosse Spannung der Molecule vermindert wurde. Die Folge davon ist eine grössere Constanz.

Offenbar erhält man noch bessere Resultate, wenn man das Anlassen bis zum Grenzzustande fortsetzt. Allein dadurch verliert der Magnet ganz bedeutend an Magnetismus bei den gewöhnlich gebrauchten Magneten vom Dimensionsverhältnis 10 bis 20 — wie aus früheren Zahlen zu entnehmen ist — bis über 70%. Ein nochmaliges Magnetisiren bis zur Sättigung stellt aber den ursprünglichen Magnetismus beinahe wieder her, *und eine nochmalige Behandlung mit Wasserdampf bis zum magnetischen Grenzzustande bewirkt dann nur Verluste von einigen* 5 bis 10 *Procenten.*

Wir haben nun Anhaltspuncte zu glauben, dass Magnete in diesem Grenzzustande von ganz *vorzüglicher Haltbarkeit* sind. Während z. B. bei glasharten Magneten ein Fallenlassen des Magnets sofort Verluste hervorbringt, ist dies wie wir öfter beobachtet haben, bei solchen Magneten nicht im Geringsten der Fall. Ja selbst, wenn man solche Magnete mit Absicht stark schlägt oder heftig gegen den Boden hinwirft, bewirkt diese mechanische Erschütterung keinen Einfluss.

Als Beispiel führen wir eine bei einem sehr kurzen und dickeren Magnet — die bekanntlich im allgemeinen viel weniger haltbar sind als gestrecktere Magnete — folgende gemachte Beobachtung an.

Der Magnet, 2,5 cm lang, 0,4 cm breit und 0,3 cm hoch wurde zunächst absichtlich bloss 4 Stunden lang im Wasser gekocht, dann frisch magnetisirt und wieder 2 Stunden lang im Wasserdampf gehalten. Das Magnetometer gab als Mittel aus 5 Einstellungen den Ausschlag (mm als Scalenteile)

$$n = 27{,}00$$

Nun wurde der Magnet auf einen Holzklotz gelegt und mit einem anderen Holzklotz heftig 30-mal senkrecht zur magnetischen Axe und 20-mal längs der magnetischen Axe geschlagen. Nachdem der Magnet eine Zeit lang liegen geblieben, — um etwaige Temperaturerhöhung vorübergehen zu lassen — gab das Magnetometer den Ausschlag

$$n = 26{,}97.$$

Nach einer Wiederholung desselben Verfahrens erhielt man

$$n = 26{,}93.$$

Möge nun auch die beobachtete Abnahme von 27,00 auf 26,93 Scalentheile — also um etwa 0,3% — thatsächlich — also nicht in Beobachtungsfehlern — begründet sein, so würde diese Abnahme einem 100-maligen heftigen Schlagen entsprechen. Nun war aber der Magnet nicht bis zum Grenzzustand angelassen. Um so unempfindlicher werden aber Magnete sein, bei denen dies eher der Fall ist.

Entscheidende Versuche über diese Frage wurden mit einem 109,32 g schweren Röhrenmagnet angestellt. Die Länge desselben betrug 16 cm, der äussere Durchmesser 1,6 cm, der innere 1,2 cm. Der Magnet wurde nach dem Härten zur Sättigung magnetisirt, dann im Wasserdampf von 100° 30 Stunden lang angelassen; wieder frisch magnetisirt und nochmals 10 Stunden lang im Wasserdampf gehalten. Der specifische Magnetismus m ergab sich nach und nach wie folgt:

Magnet glashart, frisch magnetisirt	$m = 41{,}0$
10 Stunden im Wasserdampf von 100°	$m = 26{,}1$
20 „ „ „ „ „	$m = 25{,}2$
30 „ „ „ „ „	$m = 24{,}8$
Magnet angelassen, frisch magnetisirt	$m = 39{,}9$
5 Stunden im Wasserdampf von 100°	$m = 33{,}8$
10 „ „ „ „ „	$m = 33{,}1$

Das Magnetometer gab für den letzten Zustand in zweiter Hauptlage, aus einem Abstand von 72,9 cm beim Umdrehen des Magnets um 180° den Ausschlag

$$n = 475{,}6 \text{ Scalentheile (mm)}$$

wobei die Scala im Abstande 250 cm vom Magnetometerspiegel sich befand.

Nun wurde der Magnet in einer Glasröhre 1,5 Meter hoch vertical gegen einen Holzklotz fallen gelassen und zwar einmal mit dem Nordpol, das anderemal mit dem Südpol nach unten. Das Magnetometer gab darauf den Ausschlag

$$n = 475{,}2 \text{ Sc. Th.}$$

und etwa 10 Minuten später $n = 475{,}6$.

Darauf wurde der Magnet ½ Meter hoch 10 Mal nach einander in *horizontaler* Lage auf den Fussboden fallen gelassen,

das Magnetometer gab den Ausschlag $n = 474{,}7$
und etwa 5 Minuten später $n = 475{,}0$.

Nun wurde der Magnet nochmals in der Glasröhre 1,5 Meter hoch *vertical* fallen gelassen und zwar 10 Mal, abwechselnd mit Nordpol und Südpol nach unten. Das Magnetometer gab dann
den Ausschlag $n = 473{,}3$,
nach 3 Minuten $n = 474{,}0$,
und nach einer halben Stunde $n = 475{,}5$.

Die beobachteten Abnahmen sind also auf Temperaturerhöhungen zurückzuführen, die durch die Erschütterungen selbst und noch mehr durch Halten der Magnete in der Hand entstanden sind; die Erschütterungen selbst, so heftig sie auch gewesen sind, haben auf das magnetische Moment keinen oder nur höchst unbedeutenden Einfluss gehabt. Die Temperatur des Zimmers ($= 6^0{,}0$) blieb während der Dauer des Versuchs unverändert.

Nach diesen Versuchen kann man mit grösster Wahrscheinlichkeit erwarten, dass solche Magnete auch gegenüber stärkeren Temperaturerniedrigungen, wie sie praktisch — etwa bei Polarexpeditionen — vorkommen mögen, Stand halten werden. Versuche darüber hoffen wir bald nachfolgen zu lassen. Auf *glasharte* Magnete wirkt bekanntlich grosse Kälte ebenso anlassend wie grosse Wärme; wenn daher *glasharte* Magnete grossen Kälten ausgesetzt werden, muss durch Anlassen ein ähnlich grosser permanenter Verlust an magnetischem Moment eintreten wie beim Anlassen in der Wärme. Darauf sind wohl die neueren von *J. Trowbridge* gemachten Beobachtungen über den Verlust, den die Magnete durch grosse Kälte erleiden (und der bis auf 66% sich belaufen kann), zurückzuführen. Wenn aber die Magnete bereits *angelassen* sind, so wird der Einfluss der Kälte vielleicht ganz unschädlich (bis zu gewissen Grenzen) sicherlich aber nicht in gleichem Maasse schädlich auftreten.

Somit glauben wir, dass wir in dem oben beschriebenen Verfahren wirklich eine Methode gefunden haben, nach welcher Magnete von vorzüglicher Haltbarkeit hergestellt werden können. Wie sich solche Magnete auf lange Zeit hinaus halten, darüber werden vielleicht solche Beobachter in der Zukunft Zeugnis geben, welche derartige Magnete zu Intensitätsbestimmungen verwenden werden.

Dass insbesondere vergleichende magnetische Bestimmungen an verschiedenen Orten der Erde — z. B. nach der Schwingungsmethode — wesentlich verlässlicher sein werden, wenn nicht Gefahr besteht, dass die dazu verwendeten Magnete durch Transport und unvermeidliche Erschütterungen Verlust an Magnetismus erleiden, ist klar.[1])

Wir wollen also zum Schluss folgende *praktische Regeln*, wie sie sich aus unseren bisherigen Erfahrungen ergeben, *für die Herstellung constanter Magnete* aufstellen:

1. Glasharte Stahlstäbe zu Magneten zu verwenden, ist durchaus unzweckmässig.

2. Ist der Stahlstab bei gewöhnlicher Temperatur gut gehärtet, dann setze man ihn auf lange Zeit, (20 bis 30 Stunden bei massiveren Magneten noch länger) z. B. in Wasserdampf von 100°[2]). Unterbrechungen sind gleichgiltig. Der Stahlstab befindet sich darauf in dem der Temperatur 100° entsprechenden *Grenzzustande der Härte.*

3. Dann wird der Stahlstab, (gleichgiltig ob er schon vorher magnetisirt worden ist), bis zur Sättigung magnetisirt, und darauf wieder etwa 5 Stunden (bei massiveren Magneten eher noch länger) im Wasserdampf von 100° gehalten. Erst dann ist der Magnet, der sich nunmehr in dem der Temperatur 100° entsprechenden *magnetischen Grenzzustande* befindet, zu magnetischen Messungen zu verwenden.

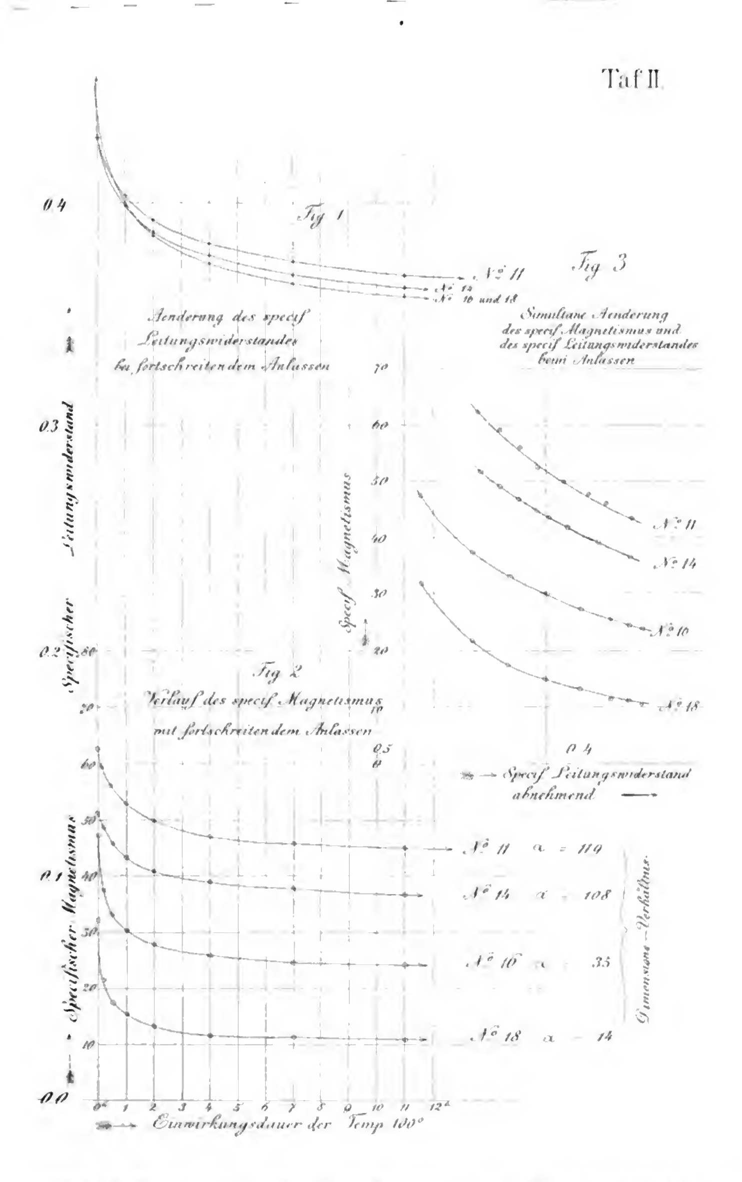
---

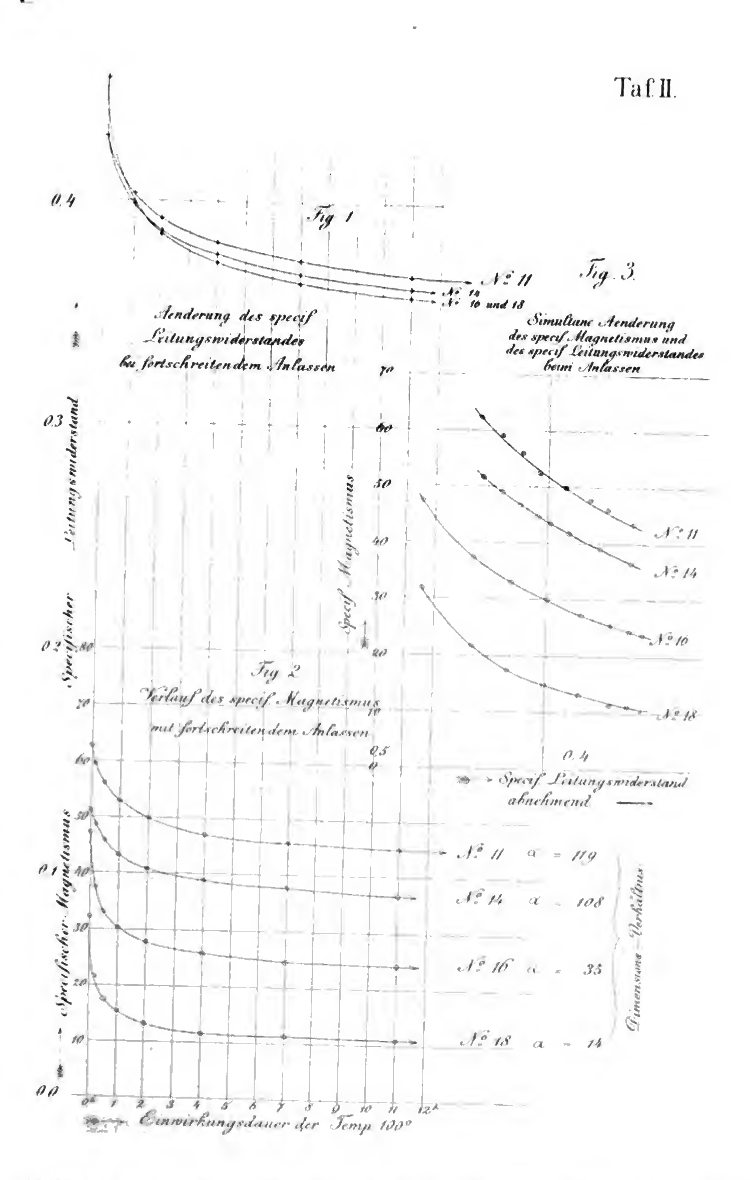
[1]) Ueber die Einwirkung der Erschütterungen auf gewöhnliche Magnete vgl. auch

Thomas Gray, Experimentelle Bestimmung magn. Momente im abs. Maass, Phil. Mag. VI 1878, Beiblätter III p. 37 1879.

[2]) Sehr bequem herzustellen durch Anwendung einer langhalsigen Kochflasche und eines Kühlers, aus welchem das condensirte Wasser wieder in die Kochflasche zurücktröpfelt. Die langdauernde Einwirkung des Wasserdampfes ist für den Magnet in keiner Weise schädlich; derselbe wird dadurch gleichmässig dunkel gebeizt und kann dann so polirt werden.

Würzburg, Physik. Institut, 4. März 1882.


Fig 1
Aenderung des specif Leitungswiderstandes bei fortschreitendem Anlassen
No 11
No 14
No 16 und 18
Specifischer Leitungswiderstand
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Fig 3
Simultane Aenderung des specif Magnetismus und des specif Leitungswiderstandes beim Anlassen
Specif Magnetismus
No 11
No 14
No 16
No 18
0.5
0.4
Specif Leitungswiderstand abnehmend
Fig 2
Verlauf des specif Magnetismus mit fortschreitendem Anlassen
Specifischer Magnetismus
No 11 α = 119
No 14 α = 108
No 16 α = 35
No 18 α = 14
Dimensions-Verhältnis
Einwirkungsdauer der Temp 100°


Fig. 1
Aenderung des specif. Leitungswiderstandes bei fortschreitendem Anlassen
No. 11
No. 14
No. 16 und 18
Specifischer Leitungswiderstand
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Fig. 3.
Simultane Aenderung des specif. Magnetismus und des specif. Leitungswiderstandes beim Anlassen
Specif. Magnetismus
No. 11
No. 14
No. 16
No. 18
Specif. Leitungswiderstand abnehmend
Fig. 2
Verlauf des specif. Magnetismus mit fortschreitendem Anlassen
Specifischer Magnetismus
No. 11 α = 119
No. 14 α = 108
No. 16 α = 35
No. 18 α = 14
Dimensions-Verhältnis
Einwirkungsdauer der Temp. 100°

Die orthopädische Gymnastik als Grundlage der Therapie der Skoliose.

Von

Dr. med. FRANZ STAFFEL

in Wiesbaden.

(Mit Tafel IV.)

I. Allgemeines.

Auf dem Gebiete der Skoliosenbehandlung haben sich im Laufe der letzten 100 Jahre die verschiedensten Methoden um die Herrschaft gestritten, und dieser Streit ist auch heute noch zu keiner endgültigen Entscheidung gelangt. Von den mancherlei Behandlungsweisen der Skoliose, mit extendirenden und nicht extendirenden Liegevorrichtungen, mit Portativapparaten, mit Muskel- und Sehnendurchschneidung, mit Gymnastik u. s. w. hat sich wohl nur die „Rachimyotomie" gänzlich überlebt, während die anderen Methoden, wenn auch modificirt, noch ziemlich alle in Kraft stehen. Als eine neue Methode muss die Sayre'sche — Suspension in der Kopfschwebe und Anlegung eines erstarrenden Panzers — bezeichnet werden, deren bisherige Resultate aber zu widersprechend sind, um ein definitives Urtheil über dieselbe zu gestatten; sie hat ihre begeisterten Lobredner, aber auch bereits ihre Feinde.

Die Gymnastik wurde meistens in Verbindung mit anderen Methoden angewandt und sollte verschiedenen Zwecken dienen; sie sollte dem sonst viel zum Liegen verurtheilten Patienten die mangelnde Bewegung ersetzen, sie sollte den *schwachen* Körper *kräftigen*, sie sollte den verkrümmten Rücken biegsam machen, um die gerade Form momentan besser herstellen zu können, sie sollte endlich *gewisse Muskeln*, welche man für antagonistisch schwächer hielt, stärken, um so das „antagonistische Gleichgewicht" wieder-

herzustellen. Im letzteren Sinne wurde die Gymnastik mit starrer Exklusivität von den meisten Vertretern der „schwedischen Heilgymnastik“ angewendet. Diese gehen von der — unhaltbaren — Voraussetzung aus, dass es sich bei der Skoliose um primäre Störungen im Gleichgewichte (Antagonismus) der Muskeln handle, dass sich dabei Retraktions- und Relaxationszustände der Muskeln als vitale Eigenschaften derselben gegenüberständen, dass gewisse Muskeln abnorm stark, andere (die Antagonisten) abnorm schwach seien; Aufgabe der Therapie sei es dann lediglich, die schwächeren Muskeln durch entsprechende gymnastische Uebungen so zu stärken, dass sie ihren Antagonisten an Kraft gleich kämen.

Eine vernichtende Kritik über diese, wie über fast alle anderen bis dahin bei der Skoliosenbehandlung angewandten Methoden übte *Werner* in seiner „Reform der Orthopädie.“ Er legte überzeugend dar, dass die ungeheuere Mehrzahl aller Skoliosen dadurch *entsteht*, dass eine gewohnheitsmässig eingenommene unsymmetrische Körperhaltung sich consolidirt, dass aber die Muskeln — abgesehen von ihrer *Mitwirkung* bei der Einnahme der unsymmetrischen Haltung im ersten Entwicklungsstadium der Skoliose — nicht anders bei diesem Leiden betheiligt sind als die übrigen Körpergebilde, Knochen, Knorpel, Bänder, Haut u. s. w. Dieser Auffassung *Werners* entsprach seine Therapie: er suchte durch mechanische Mittel, besonders durch kunstgerechte Handgriffe, die Krümmungen des Rückgrats mobil zu machen, sie gerade zu biegen oder wo möglich umzukrümmen, und fixirte den skoliotischen Körper in dieser geraden oder ungekrümmten Haltung durch einfache aber zweckentsprechende Apparate. Ausserdem legte er aber das grösste Gewicht darauf, dass der Skoliotische die symmetrische Haltung einübe, und dass er alle Energie daran setze, sie aus eigener Kraft thunlichst permanent einzuhalten. Wenn *Werner* alle und jede Gymnastik als nutzlos verwarf, so lag dies daran, dass alle Gymnastik, welche er kannte, von Voraussetzungen ausging, die er nicht gelten lassen konnte. Was wir aber heute unter rationeller orthopädischer Gymnastik verstehen, umfasst seinem Zwecke nach genau das, was *Werner* durch seine Handgriffe und durch seine plastischen, antiplastischen und orthoplastischen Uebungen erstrebte, und eine *solche* Gymnastik entspricht also durchaus dem Geiste der Therapie *Werners*. (Auch *Bühring*, der gegen die herrschende Gymnastik entschieden Front

machte, benutzte Handgriffe und Manipulationen, die wir mit Recht dem geläuterten Begriffe der orthopädischen Gymnastik subsummiren können.)

Werners Grundsätze für die Skoliosentherapie haben nicht die allseitige Anerkennung und Verbreitung gefunden, welche sie wohl verdienten. Einige Vertreter der schwedischen Heilgymnastik hielten hartnäckig ihre Lehre von der ungleichen Muskelstärke fest, und auch Vertreter einer deutschen Heilgymnastik wussten sich von dieser Anschauung nicht ganz frei zu machen. Als ein recht evidenter Beweis für die Haltlosigkeit jener Lehre kann wohl der Umstand angesehen werden, dass die Einen (*Eulenburg* u. A.) die schwächeren Muskeln an den Konvexitäten der Krümmungen annahmen, während die Andern (*Schreber* u. A.) sie an den Konkavitäten gewahrten. Führte nun *Werners* Verurtheilung aller und jeder Gymnastik dazu, dass Manche sich ausschliesslich todter mechanischer Kräfte bei der Therapie der Skoliose bedienten, so war doch anderseits der Nutzen planmässiger Leibesübungen bei der Skoliose in vielen Fällen so evident, dass von den meisten Orthopäden neben einer maschinellen Behandlung, der Gymnastik eine mehr oder weniger hervorragende Stellung bei der Skoliosenbehandlung eingeräumt wurde. Eine solche Stellung verdient die Gymnastik in der That, wenn sie von richtigen Voraussetzungen aus betrieben wird.

Die mannigfachen morphologisch-pathologischen Veränderungen, welche wir bei der Skoliose vorfinden, Lage- und Formveränderung der das Rückgrat zusammensetzenden knöchernen und knorpeligen Elemente, der Rippen u. s. w., und die mit dieser Asymmetrie des Skeletts verbundene Asymmetrie im Bandapparat, in Muskeln, Fascien, Haut u. s. w., Veränderungen, denen in der grossen Mehrzahl der Fälle weder entzündliche Vorgänge, noch Störungen im „Muskeltonus“ u. dgl. zu Grunde liegen, lassen sich nach unserer heutigen Anschauung generell einfach dahin zusammenfassen, dass in Folge fortgesetzter ungleichmässiger Belastung der Rückgratselemente gewisse Theile durch andauernde abnorme Zusammenpressung verkürzt, andere durch andauernde Dehnung entsprechend verlängert sind. Wir sehen bei der Skoliose ganz in derselben Weise *aus rein mechanischen Ursachen* Abweichungen von der normalen Gewebsbildung und dadurch von der normalen Form und Funktion einzelner Körper-

theile eintreten, wie wir es in weniger complicirter Weise bei andern Difformitäten, namentlich der untern Extremität, beobachten. Soll die körperliche Symmetrie wiederhergestellt werden, so müssen entgegengesetzte Bedingungen der Gewebsneubildung, als sie bislang bestanden, geschaffen, d. h. was verkürzt, muss nun gedehnt, was verlängert, muss zusammengepresst werden. Je energischer und andauernder dies geschieht, desto schneller wird die Rückbildung zur Norm stattfinden. Wie man einen pes varus wo möglich in valgus-Stellung längere Zeit fixirt, so wird man auch die Krümmungen des Rückgrats nicht nur bis zur geraden Linie, sondern möglichst nach der entgegengesetzten Seite umbiegen, und dieselben in dieser Lage auf längere oder kürzere Zeit zu erhalten suchen. Voraussetzung einer solchen Fixation ist aber die Möglichkeit, die Verkrümmungen momentan gerade biegen, bezw. umkrümmen zu können. Da diese Möglichkeit bei den wenigsten Verkrümmungen des Rückgrats von vornherein besteht, so erwächst die Aufgabe, durch geeignete mechanische Gewalten die Krümmungen mobiler zu machen. Diese Arbeit der *forcirten Geradebiegung bezw. Umkrümmung* nennen wir *Redressirung.*

Bei einem Organismus, welcher der freien Selbstbestimmung entbehrte, würden *fremde Kräfte* allein eine Redressirung zu Stande bringen können. Der (erwachsene, geistesgesunde) Mensch hat aber einen freien Willen, und ein diesem Willen dienendes Muskelsystem, welches letztere eine erhebliche Quelle mechanischer Kraft repräsentirt. Der Skoliotische kann daher mit *eignen Kräften* an seiner Umformung arbeiten, und wie er durch unzweckmässige Aeusserungen seiner Eigenkräfte die beabsichtigte Wirkung äusserer, auf ihn wirkender fremder Kräfte stören oder vereiteln kann, ebenso sehr kann er durch *zweckmässige* Kraftäusserung die Wirkung fremder Kräfte unterstützen. Hieraus erhellt die Wichtigkeit der Benutzung und Schulung der Kräfte des Skoliotischen bei der Therapie seines Leidens.

Die hauptsächlichste Forderung, welche wir an eine *erschöpfende* Therapie der Skoliose stellen müssen, ist die der *permanenten Redressirung*, d. h. einer (möglichst) unausgesetzten Fixation in redressirter Haltung. Jedes Mittel, welches dieser Forderung thatsächlich entspricht, ist gut; es wird desto besser sein, je mehr es gleichzeitig der normalen Funktion aller Körperorgane, dem Allgemeinbefinden, Rechnung trägt.

Was die Unterhaltung einer permanenten Redressirung *vermittelst Apparaten* betrifft, so scheinen mir die *Liege-Apparate* den Vorzug vor den *Portativ-Apparaten* zu verdienen, weil letztere niemals auf die ganze Wirbelsäule wirken können, und weil in ihnen der Körper viel leichter Verschiebungen ausgesetzt ist. Wie verlockend es auch ist, dass die Kinder mit einem Portativ-Apparat den ganzen Tag herumgehen und die Schule besuchen können, so glaube ich doch, dass eine wirklich erschöpfende Therapie der Skoliose nur in einer orthopädischen Anstalt mit Benutzung geeigneter Liegevorrichtungen möglich ist. So schöne Erfolge auch von der *Sayre*'schen Methode in einzelnen Fällen berichtet werden, so muss ich doch bezweifeln, dass die Erwartungen, welche man neuerdings an dieselbe geknüpft hat, und die dahin gehen, dass nun die Patienten „sich nicht mehr auf Streckbetten gerade drücken und strecken zu lassen brauchen", und dass sie drum „nicht mehr nöthig haben, behufs der einzuleitenden Behandlung sich von ihren Angehörigen zu trennen und für viele Monate in eine orthopädische Anstalt überzusiedeln" [1]) sich rechtfertigen werden.

Wir sahen, dass der Skoliotische in sich selbst, in seinem Muskelsystem, eine erhebliche Kraftquelle besitzt, und dass er dadurch in den Stand gesetzt ist, selbstthätig bei der Behandlung seines Leidens mitzuwirken. Je mehr und je zweckmässiger er dies thut, desto weniger bedarf er natürlich der Einwirkung fremder Kräfte. Es muss daher vom grössten Vortheile erscheinen, dass der Skoliotische nicht nur *sich selbst momentan zu redressiren* lerne, sondern dass er sich auch durch entsprechende Uebung die Fähigkeit erwerbe, *die gerade symmetrische oder doch die dieser möglichst nahekommende Haltung im Stehen, Gehen, Sitzen einzunehmen, und auf kürzere oder längere Zeit ohne fremde Stütze zu bewahren.* Es ist dies um so wichtiger, als die gerade Haltung *das richtige Gefühl* für diese Haltung voraussetzt, welches bekanntlich dem Skoliotischen verloren gegangen ist, und welches er sich durch Uebung und Gewöhnung wieder erwerben muss. Intelligenz und Energie des Patienten sind desshalb wichtige Faktoren bei der Therapie der Skoliose, und je mehr sie entwickelt sind, desto günstiger gestaltet sich bei geeigneter Be-

---

[1]) *W. Meyer*, die Behandlung der Skoliose nach *Sayre*'schem Princip, mit Zuhülfenahme von Jacken aus plastischem Filz. Inaug.-Diss. Bonn 1880.

handlung die Prognose des Leidens, derart, dass in leichteren Fällen todte Kräfte sogar gänzlich entbehrt werden können. Bei jüngeren Kindern ist natürlich die Energie in der Regel noch sehr wenig entwickelt; mehr Rechnung kann man auf diesen Faktor bei älteren Kindern machen, leider erst in einem Alter, in welchem die Skoliose meistens schon in ein höheres Stadium getreten ist.

Erkannten wir in den orthopädischen Apparaten das Mittel, eine permanente oder annähernd permanente Redressirung, insofern der Skoliotische diese nicht selbst unterhalten kann, zu bewirken, so fanden wir als fernere Aufgaben der Therapie der Skoliose, die Redressirungs*fähigkeit* (Mobilität) der verkrümmten Körpertheile herzustellen, und die Eigenkräfte des Skoliotischen für die Therapie seines Leidens nach Möglichkeit zu verwerthen, letzteres theils zur Erlangung der eben erwähnten Redressirungsfähigkeit, theils zur Einübung der geraden symmetrischen Haltung bezw. zur Gewöhnung an dieselbe. Das Mittel nun, diesen letzteren Aufgaben gerecht zu werden, ist die *orthopädische Gymnastik*, und ich glaube nach dem Gesagten berechtigt zu sein, die orthopädische Gymnastik als die geeignetste *Grundlage* der Skoliosenbehandlung zu bezeichnen.

Dass eine Gymnastik, welche von anderen, vielleicht auf irrigen Voraussetzungen beruhenden Grundsätzen ausgeht, bei der Skoliose auch wohl von Nutzen sein kann, darf nicht Wunder nehmen; denn wenn auch manches Unnütze, Unzweckmässige oder gar Fehlerhafte dabei unterläuft, so ist es doch kaum anders möglich, als dass irgend einer der in Rede stehenden Zwecke mehr oder weniger seine Rechnung findet.

Uebungen zu dem ausschliesslichen Zwecke, die *Gesammtmuskulatur* des Körpers zu kräftigen, gehören nicht generell zur Therapie der Skoliose, weil die Skoliotischen durchschnittlich ebenso kräftig sind wie andere Menschen. Wo im besonderen Falle die Hebung der gesammten Körperkräfte wünschenswerth erscheint, wird sich dieses Ziel — abgesehen von aussergymnastischen Massregeln — wohl stets als von selbst abfallender Nebengewinn mit den eigentlich orthopädisch-gymnastischen Uebungen erzielen lassen.

Noch weniger ist es Aufgabe der gymnastischen Skoliosenbehandlung, *einzelne Muskeln antagonistisch* zu „stärken“. Gewiss findet bei der Selbstredressirung des Skoliotischen, bei der Herstellung einer symmetrischen Haltung seines Körpers, eine un-

gleiche Aktion der Muskeln beider Körperhälften statt, und die Hauptaufgabe fällt natürlich denjenigen Muskeln zu, welche durch Verschiebung ihrer Insertionspunkte über die Norm *verlängert* sind; sie sind aber deshalb keineswegs *schwächer* als die abnorm *verkürzten* Muskeln (vgl. Seite 3). Es ist daher auch nutz- und zwecklos, die längeren Muskeln in der Weise üben zu wollen, dass man ihnen *im Laufe ihrer Kontraktion* einen Widerstand zu überwinden gibt (manueller Widerstand, Belastung mit Hanteln u. dergl.). Auf dem Gipfel ihrer Kontraktion finden die betreffenden Muskeln Widerstand vollauf an der Elasticität (Steifheit) der zu redressirenden Theile; auf diesem Punkte wird jeder künstliche Widerstand, der zu dem natürlichen noch hinzutritt, die Redressirung nur beeinträchtigen, und ist es hier in den meisten Fällen zweckmässiger, dass die fremde Kraft der Kraft des Skoliotischen nachhilft, um die Redressirung vollständiger zu machen. Was soll aber der Widerstand *im Laufe* der Muskelverkürzung?

Aus unserer Erörterung der Aufgabe der orthopädischen Gymnastik bei der Therapie der Skoliose ist ersichtlich, dass man die anzustellenden Uebungen unterscheiden kann in 1) eigentliche Redressirungsübungen (auch wohl specifische Uebungen genannt), 2) Uebungen in möglichst symmetrischer Körperhaltung. Als Redressirungsübungen im engeren Sinne wird man solche bezeichnen dürfen, bei welchen es auf eine möglichst starke partielle oder totale Redressirung ohne Rücksicht auf körperliche Symmetrie während der Uebung ankommt. Sie haben den vorwiegenden Zweck, das skoliotische Rückgrat mit seinen Annexen mobil zu machen, und wird man hierzu so viel als möglich die Kräfte des Skoliotischen selbst benutzen, damit die (passive) Redressirungs*fähigkeit*, und das (aktive) Redressirungs*vermögen* desselben sich stets gleichen Schritt halten. Je besser der Skoliotische sich selbst redressiren kann, desto leichter wird es ihm selbstverständlich auch sein, sich gerade (symmetrisch) zu halten, denn die symmetrische Haltung ist ja für den Skoliotischen das Resultat *allseitiger* Redressirungsbestrebungen.

Gebe uns Figur 1 das Schema einer schlangenförmigen Skoliose, so bieten sich der Redressirung wesentlich folgende

Abweichungen von der Norm dar: 1) die schiefe Haltung des Beckens und die linkskonvexe Lendenkurve. 2) die rechtskonvexe Rückenkurve, 3) die linkskonvexe Nackenkurve[1]), ferner als nicht selbstständige Fehler die Haltung des Kopfes und der Schultern, sowie die Lage und Form der Rippen und ihrer Verbindungsstücke. (Letztere Fehler sind von ersteren abhängig; Beckenhaltung und Lendenkurve können eins vom andern abhängig sein.) Diese Abweichungen bestehen nun nicht nur in einer *seitlichen Verschiebung* der Wirbel und ihrer Annexe, (Lokomotion um eine sagittale Axe), sondern auch in einer *Verdrehung* (Torsion, Rotation) derselben (Lokomotion um eine senkrechte Axe) als völlig gleichwerthigen Momenten. Sei (Fig. 2) a b der horizontale Durchschnitt der normalen Frontalebene[2]) des in Fig. 1 schematisirten Körpers, so sind das Becken und die Lendenkurve des Rückgrats mit ihren Annexen in die Frontalebene c d, die Rückenkurve mit ihrem Thoraxabschnitt in die Ebene e f gerückt; die Nackenkurve steht wieder in der Ebene c d, die Schultern — der Schultergürtel als Ganzes — wie auch jedes Schulterblatt für sich, zeigen ebenfalls eine Rotation, die der des Thorax entgegengesetzt ist.

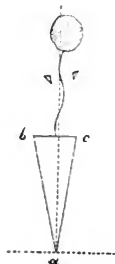


Fig. 1

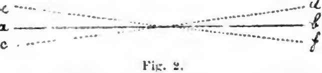


Fig. 2.

Die momentane Redressirung des *Beckens*, d. h. nicht nur die Geraderichtung, sondern auch die Neigung und Drehung desselben nach der andern Seite, bietet in der Regel keine erheblichen Schwierigkeiten. Steht der linke Hüftkamm (bezw. Trochanter) tiefer als der rechte, und ist das linke Bein nicht wirklich kürzer als das rechte, so muss das Niveau der Hüften gleich werden, wenn die beiderseitigen Fuss-, Knie- und Hüftgelenke allseitig genau dieselben Winkelstellungen einnehmen. Um dies zu erreichen, ist bei geschlossenen Beinen das Becken

[1]) Auf die sehr häufige Vergesellschaftung der Skoliose mit Kyphose oder Lordose bezw. mit Beiden habe ich aus Gründen einer einfacheren und klareren Darstellung in meiner Abhandlung nicht Rücksicht genommen.

[2]) Als solche nehme ich die Frontalebene durch die symmetrisch zusammengestellten Füsse an.

zunächst nach rechts zu schieben und rechts herum zu drehen. Eine weitere Redressirung des Beckens ist durch gewisse Haltungen der Beine leicht ausführbar, wie wir später sehen werden.

Ist ein Bein thatsächlich kürzer als das andere, so muss die entsprechende Schuhsohle um die Längendifferenz erhöht werden (erhöhter Absatz, keilförmige Einlegsohle). Die Hinwegräumung einer solchen *statischen Ursache* der Skoliose ist natürlich vor Allem geboten. Nur im Falle die Erhöhung einer Sohle die Körperhaltung anstatt symmetrischer unsymmetrischer macht, indem sie etwa den nach der anderen Seite hinüberhängenden Oberkörper noch mehr dorthinaus drängt, ist sie so lange zu vermeiden, bis der Oberkörper mit Leichtigkeit senkrecht über dem Becken balancirt werden kann.

Nicht immer ist die Verdrehung des Beckens bei der Skoliose der der untersten Rückgratskurve entsprechend. Man findet sehr viele schlangenförmige Skoliosen, bei denen eine Abnormität am Becken überhaupt nicht nachweisbar ist, und bei den sog. C förmigen Skoliosen findet man vielfach eine Verdrehung des Beckens rechts herum, während — die linkskonvexe Skoliose angenommen — die Torsion der Lenden- bezw. totalen seitlichen Kurve eine entgegengesetzte ist. Bei den Redressirungen ist auf diese Beckenverhältnisse stets Rücksicht zu nehmen.

Wenn das Becken — die Basis der Wirbelsäule — in aufrechter Stellung redressirt ist, so ist damit aus Gründen der Gleichgewichtshaltung des Oberkörpers in der Regel zugleich die *Lendenkurve* entweder ganz oder zum Theil ausgeglichen. Die weitere Redressirung der Lendenkurven ist wegen der verhältnissmässig erheblichen Mobilität der Lendenwirbelsäule meistens nicht besonders schwer. Alle Kurven lassen sich natürlich desto leichter redressiren, je grösser ihr Radius ist, je weniger also die einzelnen Zwischenwirbelscheiben keilförmig verbildet sind, und je weniger Torsion vorhanden ist.[1])

Die *Nackenkurven*, wenn solche für sich allein bestehen, sind wegen der grossen Mobilität der Halswirbelsäule am leichtesten redressirbar; sie können gewöhnlich vom Skoliotischen leicht umgekrümmt werden, und zu ihrer Beseitigung ist das richtige Gefühl und der Wille des Patienten das beste und auch ziemlich das einzige Mittel.

Die *Rückenkurven* (Dorsalkurven) sind wegen der geringen Beweglichkeit der Brustwirbelsäule und ihrer Verbindung mit den Rippen am schwierigsten redressirbar. Hier hat die Hand des Arztes am meisten nachzuhelfen. Da die Wirbelsäule dem

---

[1]) Es sei hier bemerkt, dass für die Gymnastik die höchsten Grade der Skoliose mit Synostose der Wirbelkörper, bei denen überhaupt eine Therapie des eigentlichen Leidens aussichtslos ist, nicht in Betracht kommen.

Drucke der Hand nicht selbst zngänglich ist, so kann dieser nur an den Rippen erfolgen; dadurch wird aber ein beträchtlicher Theil der angewendeten Kraft absorbirt, weil diese zunächst die elastischen Rippen stärker krümmt und erst in zweiter Linie die Wirbel bewegt. Der Druck der Hand muss sowohl seitliche Verschiebung als Verdrehung korrigiren; er muss daher bei der rechtskonvexen Kurve zugleich von rechts nach links und von hinten nach vorn gerichtet sein, woraus sich als Resultirende die Richtung von rechts hinten nach links vorn ergibt. Bei tiefer sitzenden Rückenkurven ist der redressirende Druck wirksamer als bei höher sitzenden, weil im letzteren Falle die Scapula bezw. Schulter die Anbringung des Druckes erschwert.

Zur Selbstredressirung der Rückenkurven kann der Skoliotische seine obere Extremität in zweifacher Weise (abgesehen vom Drucke der eigenen sich anstemmenden Hand) als Hülfsmittel benutzen; er kann einerseits durch zweckmässige Kontraction der Schulter-Stamm-Muskulatur die Konvexität eines in ihrem Bereiche liegenden Krümmungsbogens ausgleichen oder verkleinern helfen, anderseits kann er durch hebenden Zug an den eingesunkenen Rippen (Mm. pectorales [major et minor], Rippenursprünge des latissimus dorsi) eine Konkavität verkleinern oder ausgleichen, wenn z. B. der betreffende Arm stark aufwärts gestreckt oder gezogen wird. Hat man eine solche Redressirung des Thorax *nicht* im Auge, so dürfte es von geringem oder gar keinem Werthe sein, Armübungen auszuführen in der Absicht etwa, das linke Schulterblatt nach oben und aussen, das rechte nach unten und innen zu arbeiten. *Geradezu schädlich* können solche Uebungen werden, wenn dabei, *wie es so leicht geschieht*, *die fehlerhafte Rotation des Thorax*, die ja der des Schultergürtels entgegengesetzt ist (s. Seite 8), *eine Vermehrung erfährt.* Ebenso unzweckmässig dürfte es sein, etwa den *linken* Arm *beliebig* zu üben, von der Annahme ausgehend, dass der vorwiegende Gebrauch des rechten die Skoliose verursacht oder doch *mit*verschuldet habe. *An und für* sich kann aber der vorwiegende Gebrauch des rechten Armes keine Skoliose verursachen, sondern nur die dabei so leicht eingenommene *unsymmetrische Rumpfhaltung.* Will man also zum Ausgleich den linken Arm üben, so kann es eben nur wieder auf die dabei einzunehmende redressirende Rumpfhaltung ankommen. Jedenfalls darf man nicht übersehen, dass die Stellung

der Schultern zum grössten Theile von der Konfiguration des Thorax abhängig ist.

Als eine passive redressirende Kraft kommt die *Schwere* des Körpers bei den *Hängeübungen* in Betracht, über die, da sie so vielfach empfohlen und benutzt werden, hier einige Worte am Platze erscheinen. Um die Körperschwere möglichst auf die ganze Wirbelsäule wirken zu lassen, hat man seit alter Zeit die *Kopfschwebe* angewendet. In der Kopfschwebe wird meistens eine erhebliche Verminderung oder gar Ausgleichung der Krümmungen des Rückgrats erzielt, als *gymnastische Uebung* jedoch ist sie wegen ihrer Umständlichkeit nur schwer zu verwenden.

Wegen der Gefahr für die obersten Halsgelenke hat man sich genöthigt gesehen, bei der Kopfschwebe einen Theil des Körpergewichts durch Achselschlingen auf die Schultergürtel zu übertragen, wodurch die Wirkung auf die Wirbelsäule natürlich etwas vermindert wird.

Ist, wie beim gewöhnlichen *Hang am Reck* der Körper an den Händen suspendirt, so werden nur Lenden- und tiefere Rückenkurven einigermassen gestreckt, weil die auf die Wirbelsäule wirkende Schwere der Beine und des Beckens, je höher wir an der Wirbelsäule hinaufgehen, desto mehr paralysirt wird durch die Elastizität derjenigen Muskulatur (nebst Fascien, Haut u. s. w.), welche mittelbar oder unmittelbar von Becken, Rücken, Brustkorb ausgehend den Körper an die ihn tragenden Arme fixirt. Eine dehnende Wirkung auf die Wirbelsäule ist hierbei überhaupt nur so denkbar, dass die sich höher an den Rumpf heftenden Parthien der genannnten „Aufhängebänder" grösseren Widerstand leisten als die tiefer sich inserirenden, wodurch die Wirbelsäule verlängert werden kann. Diejenigen ihrer Theile, welche oberhalb der den grössten Widerstand leistenden Parthien dieser Aufhängebänder liegen — wohin hohe Rücken- und Nackenkurven gehören —, werden natürlich von der dehnenden Wirkung der Schwere gar nicht erreicht.

Als *Ausgangsstellung* zu weiteren Redressirungen ist der Hang wenig geeignet, einestheils weil der Körper zu wenig fixirt ist, anderntheils weil der Schwerpunkt des hängenden Körpers nur in *einer* Lage im Gleichgewicht ist, und jede Abänderung seiner Form, welche der Körper erleidet, daher an der Schwere selbst ein Hinderniss findet.

Von den aufwärts gerichteten Armen und Schultern aus

werden im Hang durch den Zug der (passiv) gespannten Muskeln die Rippen kräftig gehoben (vgl. Seite 10). Indicirt ist dieser Zug nur für die eingesunkene Thoraxparthie, und *redressiren* kann derselbe auch nur dann, wenn er einseitig ausgeübt wird. Man hat sich auch aus diesen Gründen veranlasst gesehen, den Hang wohl an einem Arme ausführen zu lassen, was aber sehr schwer ist, wesshalb man in diesem Falle noch die Fussspitzen einen Theil des Körpergewichts tragen lässt.

Dem Hang an den Armen einigermassen verwandt ist der ebenfalls viel empfohlene *Stützhang am Barren.* Hier kann die *Schwere* der Beine und des Beckens höchstens auf Lendenkurven eine Wirkung ausüben, weil der Körper zwischen den Schultern durch starke Kontraktion der den Schultergürtel abwärts ziehenden Muskulatur emporgehoben werden soll, und der Rumpf desshalb hauptsächlich in den tiefer sich inserirenden (vgl. Seite 11). dazu noch stark kontrahirten Zügen der Schulter-Stamm-Muskulatur hängt. Im einfachen Stützhang kann die Schulter-Stamm-Muskulatur der konvexen Seite zwar Redressirungsbestrebungen geltend machen (vgl. Seite 10), wird jedoch hierin von der Schwere behindert.

Im Ganzen glaube ich den einfachen Hang und Stützhang als weit weniger wichtig und weit entbehrlicher bezeichnen zu dürfen, als er den meisten Orthopäden erschienen ist und noch heute erscheint.

Auch das sog. *einseitige Tiefathmen* ist vielfach als redressirender Faktor benutzt worden. Manche haben es dabei gleichzeitig auf die prophylaktische Fürsorge für die Lunge abgesehen. *Einseitige* Athemübungen, wenn sie überhaupt möglich sind, dürften aber in letzerer Hinsicht — falls sich nicht schon eine Minder-Funktion der einen Lunge nachweisen lässt — unzweckmässig sein, weil es wohl nicht feststeht, welche von beiden Lungen im skoliotischen Thorax weniger ventilirt wird und daher mehr bedroht ist. Theoretisch ist dies kaum zu entscheiden, denn einestheils fehlt ja dem Thoraxraume eine feste Scheidewand in der Mitte, so dass die eine Lunge einen auf sie ausgeübten Druck auf die andere fortpflanzen kann, anderntheils hat bei der typischen S förmigen Skoliose das, was die linke Thoraxhöhle durch Eingesunkensein der Rippen an Raum weniger hat, die rechte weniger durch das Hineinragen der verdrehten Wirbelkörper in den

rechten Thoraxraum, wie man sich bei der Betrachtung einer geöffneten skoliotischen Leiche alsbald überzeugen kann. Will man durch einseitiges Tiefathmen *redressiren*, so wird man jedenfalls stets eine bereits möglichst stark redressirende *Haltung* einnehmen; denkbar ist es, dass dann die starke inspiratorische Erweiterung des Thorax die Redressirung noch etwas fördert, falls die der Konvexität der Rückenkurve entsprechende Thoraxhälfte an dieser Erweiterung verhindert ist. (Dass durch Letzteres die andere Hälfte nicht zu *grösserer* Erweiterung veranlasst wird, zeigte *Werner* in der „Reform der Orthopädie“ Thesis 53). Da solche Athemübungen auf alle Fälle nach irgend einer Seite hin von Nutzen sind, und sich mit den meisten gymnastischen Uebungen ohne weiteres verbinden lassen, so ist ihre Anwendung immerhin empfehlenswerth.

Zur orthopädischen Gymnastik gehören auch die *Manipulationen*, (Druck, Zug, Stütze u. s. w.) welche vom Arzte zur Erzielung stärkerer mechanischer Effekte am Körper des Skoliotischen angebracht werden. Sie dürften dann am wirksamsten sein, wenn sie mit den Redressirungsübungen eng verbunden werden; die Kraft der Hand des Arztes setzt dann da ein, wo die Kraft des Skoliotischen nicht ausreicht, oder sich in fehlerhafter Weise geltend machen würde. Manipulationen an dem passiven Körper erscheinen weniger zweckmässig.

Die beste *Kleidung* der Skoliotischen bei den gymnastischen Uebungen wird diejenige sein, welche dem Körper in seinen Bewegungen freiesten Spielraum gewährt und doch die Körperformen möglichst scharf erkennen lässt. Blousen sind mit Rücksicht auf letzteren Punkt unzweckmässig. Als sehr praktisch sind mir (dunkelfarbige) Tricotjacken erschienen, bis etwas unter die Hüftgelenke reichend; sie schliessen eng an, sind aber zugleich sehr elastisch. Die Röcke der Mädchen müssen so weit sein, dass eine *Ausfallstellung* leicht möglich ist. Dass zur Gymnastik keine steifen Corsets und keine hohen Absätze getragen werden dürfen, ist selbstverständlich.

Für eine Therapie ist es im Interesse ihrer Verbreitung von grösster Wichtigkeit, dass sie mit den *einfachsten Mitteln doch das Möglichste* erreicht. Es herrscht vielfach die Ansicht,

eine gedeihliche orthopädische Gymnastik sei nicht möglich ohne einen Turnsaal mit einem Arsenal von Turn- und orthopädischen Geräthen. Dem ist jedoch nicht so. *Geräthe* können bei der orthopädischen Gymnastik, bei welcher es weder auf das Vielerlei noch auf sog. Kraftübungen, sondern vor allem auf möglichst exakte Redressirung des skoliotischen Körpers ankommt, im allgemeinen nur den Zweck haben, *Stützen* abzugeben, vermittelst welcher der Körper in verschiedenen Haltungen fixirt werden kann. Solche Stützen sind aber überall leicht zu beschaffen; nöthigenfalls ist sogar eine ganz ergiebige orthopädische Gymnastik möglich ohne eine andere Stütze als — den Fussboden und die Hand des Arztes. Das Vielerlei der Geräthe lenkt zudem die Aufmerksamkeit der Kinder ab, und veranlasst sie zu Spielereien, die wenigstens nicht in die orthopädische Gymnastik gehören, vielleicht unzweckmässig, oder gar gefährlich sind.

Ich habe es im ersten Theile meiner Abhandlung für meine Aufgabe gehalten, die Grundsätze zu entwickeln, nach welchen sich eine rationelle gymnastische Behandlung der Skoliose gestalten soll; im zweiten Theile werde ich darzustellen versuchen, wie man die Ziele einer solchen Gymnastik mit den einfachsten Mitteln zu erreichen vermag.

II. Spezielles.

Beschreibungen gymnastischer Uebungen dürfen kaum den Anspruch erheben, gelesen zu werden, wenn sie nicht durch eine, wenn auch noch so schematisch-einfache Zeichnung illustrirt sind. In dieser Beziehung lassen aber die meisten orthopädischen Schriften viel oder alles zu wünschen übrig. Man müht sich oft vergeblich ab, von dem Gelesenen eine plastische Vorstellung zu erhalten, wo ein paar Federstriche sofort alles anschaulich machen würden. Wünschenswerth erscheint es ferner, dass die gymnastischen Uebungen — wenigstens die Redressirungsübungen — an einem konkreten Falle demonstrirt werden. Ich habe gesucht, diesen Anforderungen wenigstens einigermassen gerecht zu werden.

Das Interesse bei der gymnastischen Therapie der Skoliose concentrirt sich hauptsächlich auf die Behandlung der sog. S- oder schlangenförmigen Skoliose. Bildet das Rückgrat oder doch Lenden- und Brustwirbelsäule nur eine einzige lange Kurve, so ist es in der Regel leicht, diese Kurve über die gerade Linie hinaus zu redressiren, während eine solche totale Redressirung bei schlangenförmig angeordneten Kurven auf die grössten Schwierigkeiten stösst. Die Schwierigkeit beruht hauptsächlich darin, dass bei der schlangenförmigen Skoliose die einzelnen Kurven meistens einen kurzen Radius haben, die Zwischenwirbelscheiben also stärker keilförmig verbildet sind, und dass bei dem Versuche, die eine Kurve umzukrümmen, die benachbarte, entgegengesetzt gerichtete Kurve leicht eine Zunahme ihrer Krümmung erfährt. Auch die bei mehrfacher Verkrümmung vorhandene stärkere Torsion erschwert die Redressirung. Ich werde daher von der Behandlung der schlangenförmigen Skoliose ausgehen, und über die sog. C-förmige Skoliose nebenher das Nöthige sagen.

Um wenigstens *ein* konkretes Beispiel zu haben, habe ich eine Skoliotische in ihrer gewohnheitsmässigen ungezwungenen Haltung (sowie in einigen später zu beschreibenden Haltungen)

photographiren lassen und ist Fig. I [1]) die genaue Wiedergabe dieses photographischen Abdrucks. Zunächst dürfte es nöthig sein, über die Herstellung eines solchen Lichtbildes ein paar Worte zu sagen.

Photographien haben vor allen anderen Darstellungsweisen den Vorzug unbedingter Naturtreue voraus. Will man ein naturgetreues Bild der Skoliose haben, so muss man sicher sein, dass die Haltung, welche der Skoliotische im Momente der Aufnahme einnimmt, in keinem einzigen Punkte eine zufällige, sondern seine gewohnheitsmässig eingenommene, ungezwungene Haltung ist. Dies kann man mit Sicherheit nur dann beurtheilen, wenn man *mehrmals* den entblössten Körper des Skoliotischen untersucht, und diesen zu verschiedenen Zeiten in seiner *unbewachten* Haltung, seinem Gange, seinen Bewegungen beobachtet hat. Obwohl die Stellung mit geschlossenen Knieen und Fersen keine ganz ungezwungene ist, wird man diese doch, wie bei der Untersuchung, so auch bei der photographischen Aufnahme einnehmen lassen, da man für alle Fälle von einer bestimmten Haltung der Beine ausgehen muss. Will man den Skoliotischen nicht ganz entkleiden, so sollen wenigstens die nates frei sein, und überzeuge man sich durch Nachfühlen, dass beide Kniee fest gestreckt sind. (Auf diese Weise wird man in vielen Fällen davor bewahrt, bei Mädchen ein einfaches oder doppeltes genu valgum übersehen zu haben, was für die Therapie der Skoliose verhängnissvoll sein kann!) Um eine feste Richtlinie zu haben, empfiehlt es sich, ein Senkloth so aufzuhängen, dass es genau zwischen die inneren Fussknöchel fällt. Ein nicht ganz richtiges Bild von der Skoliose wird man in vielen Fällen gewinnen, wenn man das Senkloth nicht von der Mitte der Standfläche, sondern von der Mittellinie des Beckens aus, bezw. im Dornfortsatz des 7. Halswirbels (vertebra prominens) errichtet, weil dann das Verhältniss des Beckens zu den Beinen nicht zu Tage tritt. Das Licht soll möglichst von hinten auf die Figur fallen; wenigstens sollen beide Seiten des Körpers gleich viel Licht haben. Der photographische Apparat muss genau in die Medianebene des „Fussdreiecks" (vgl. 2. Anm. Seite 8) eingestellt sein; selbstverständlich ist es, dass

---

[1]) Die mit römischen Ziffern bezeichneten Figuren befinden sich auf der beigegebenen Steintafel.

die Standfläche des aufzunehmenden Individuums horizontal sein muss.

Betrachten wir nun Fig. I etwas genauer, so erkennen wir sogleich, dass das in Fig. 1 gegebene Schema genau auf diese Skoliose passt. Diese Skoliose ist in der That typisch für eine grosse Zahl, ja wohl für die Mehrzahl aller Skoliosen, wenn auch natürlich jeder Fall wieder seine individuellen Verschiedenheiten zeigt. Wir sehen insbesondere zunächst, dass das Becken schief steht. Die Gesässlängsfalte, „der Spalt", steht nicht im Perpendikel, sondern links von demselben, und hat ausserdem keine senkrechte, sondern eine schräge Richtung von oben und aussen nach unten und innen. Auch die queren Gesässfalten weichen von der Norm ab, indem die linke etwas tiefer steht, als die rechte. Diesen Abweichungen von der Norm entspricht auch der Stand der Hüftkämme, welcher in der Zeichnung durch einen Querstrich angedeutet ist: der linke Hüftkamm steht um ein weniges tiefer als der rechte. (Die Beine zeigen keine Längendifferenz.) Ausser dieser (scheinbaren) Senkung des Beckens linkerseits zeigt dasselbe eine Verdrehung links herum, was jedoch in der Figur nicht erkannt werden kann.

Das Rückgrat bildet drei Kurven, eine rechtskonvexe Rückenkurve, welche vom 3. Rückenwirbel bis zum 1. Lendenwirbel reicht, eine linkskonvexe Lendenkurve, welche die 4 untersten Lendenwirbel umfasst, und eine linkskonvexe Nackenkurve, welche sämmtliche Halswirbel und die zwei obersten Brustwirbel umfasst. Die vier untersten Lendenwirbel zeigen zwar, wenn wir nur die Linie der Dornfortsatzspitzen im Auge haben, keine Konvexität nach links, dass aber die Wirbel*körper* einen linkskonvexen Bogen bilden, zeigt die ziemlich erhebliche — der des Beckens gleichgerichtete — Rotation dieses Rückgratabschnitts an, welche wir aus der deutlichen Wulstung links neben der Dornfortsatzreihe erkennen. Auch die Nackenkurve ist aus der Stellung der betreffenden Dornfortsätze nicht erkennbar, um so sicherer dagegen aus der Haltung des Kopfes: dieser ist etwas nach rechts geneigt und ebendahin verdreht.[1]) — An der Rücken-

[1]) Entsprechend der Torsion der Halswirbel — links herum — sollte man auch den Kopf nach links verdreht erwarten; man findet aber allgemein den Kopf nach derselben Seite verdreht, nach welcher er geneigt ist.

kurve, deren Gipfel am 8. Brustwirbel, deren Enden im Perpendikel liegen, sind seitliche Krümmung und Verdrehung der Wirbel deutlich ausgeprägt, und ihre Folgen springen ebenso leicht in die Augen. Die rechte Thoraxhälfte ist hinten stark gewölbt, die linke daselbst stark eingesunken, wie die beiden Hautfalten unterhalb der linken Scapula zeigen. (An der Vorderseite des Körpers ist, wenn auch in weit weniger deutlichem Maasse, das Entgegengesetzte der Fall.) Der Oberkörper hängt, vom Becken aus betrachtet, nach rechts hinüber, und zeigt, was allerdings Figur I nicht deutlich macht, eine Verdrehung rechts herum, also entgegengesetzt der Verdrehung des Beckens und der Lendenkurve. An den Schultern dagegen bemerkt man 1) eine Lokomotion um eine sagittale Axe links herum, entsprechend der seitlichen Ausbiegung der Brustwirbel, 2) eine solche um eine senkrechte Axe links herum, und zwar was den Schultergürtel als Ganzes, wie jedes Schulterblatt für sich betrifft (vgl. Seite 8). Letztere, der des Thorax entgegengesetzte Rotation der Schultern erklärt sich durch die asymmetrische Form des Thorax: durch die abnorme Wölbung rechts muss das *rechte* Schulterblatt wegen seiner Verbindung mit dem Schlüsselbein nach aussen rücken, und seine untere Spitze steht regelmässig merklich von der Thoraxwand ab, wie auch in Fig. I ersichtlich; durch das Einsinken der Rippen links sinkt das *linke* Schulterblatt in die Abflachung des Thorax hinein. In Folge dieser Lageveränderung erscheint der rechte Arm etwas einwärts, der linke etwas auswärts rotirt, so dass man von hinten in die Hohlhand des ersteren in grösserem Umfange hinein sieht, als in die des letzteren. Ferner liegt der linke Arm dem Thorax weniger, der Hüfte mehr, der rechte dem Thorax mehr, der Hüfte weniger an. Die Seitencontourlinien zeigen eine erhebliche Differenz.

Die vorhandene schiefe Haltung des Beckens lässt sich durch eine Unterlage unter den linken Fuss nicht korrigiren — zudem sind ja die Beine von gleicher Länge —, wohl aber durch einfache Verschiebung und Verdrehung des Beckens nach rechts. *Uebung* und *Gewöhnung allein* können *diesen* Fehler, der doch jedenfalls mit der Skoliose in Zusammenhang steht, beseitigen. Dass namentlich kein Portativ-Apparat diesen Fehler korrigiren kann, ist einleuchtend, ebenso dass die Wirkung jedes Portativ-Apparates auf die ganze Skoliose von vorn herein eine unsichere

sein wird, wenn das punctum fixum für den Apparat, das Becken, eine Schiefheit zeigt, die sich durch keine todte Kraft im Gehen und Stehen beseitigen lässt.

Die orthopädisch-gymnastischen Uebungen kann man ihrer Ausgangstellung nach eintheilen in

1) Uebungen, bei denen die Füsse als alleinige Stütze des Körpers dienen.

2) Uebungen, bei denen Hände und Füsse zugleich als Stütze des Körpers dienen.

3) Uebungen, bei denen grössere Flächen von Körpertheilen als Stütze des Körpers dienen.

4) Uebungen, bei denen die Hände als alleinige Stütze des Körpers dienen (vgl. Seite 11, 12).

Aus der grossen Fülle von Uebungen, welche sich durch die Mannigfaltigkeit der möglichen Ausgangstellungen ergeben, werde ich jedoch nur die elementarsten beschreiben, welche sich überall und nöthigenfalls ohne jedes Geräth ausführen lassen. Trotz der Einfachheit und verhältnissmässig geringen Anzahl der beschriebenen Uebungen genügen dieselben in der grossen Mehrzahl der Fälle vollständig zu einer durchaus ergiebigen gymnastischen Behandlung der Skoliose.

A. Redressirungsübungen.

1) Uebungen bei denen die Füsse als alleinige Stütze des Körpers dienen.

Die Uebungen dieser Art gehören zu den sog. „Freiübungen.“ Man hat die Freiübungen vielfach gering geschätzt, weil sie „nicht intensiv genug“ seien. Dass dieselben gewöhnlich nicht sehr intensiv sind, liegt daran, dass man sich bei ihnen in der Regel nicht anstrengen *will.* Man ist gewöhnt, bei den gymnastischen Uebungen die *Schwere* des Körpers als Hauptwiderstand überwinden zu müssen. Dies ist bei den Freiübungen, weil die Füsse das Körpergewicht balanciren, weniger der Fall; aber gerade das für die orthopädische Gymnastik wichtigste Moment, die Ueberwindung des durch die Steifheit der Gelenke (besonders der Wirbelgelenke) gebotenen elastischen Widerstandes, bietet bei den Freiübungen hinreichend Gelegenheit zu ganz intensiver Anstrengung, wenn man seine Kraft nur an die Ueberwindung dieses Widerstandes setzt. Man wird die Intensität einer Redressirungsübung doch gewiss nicht danach beurtheilen, ob sie wo möglich den ganzen Körper angreift, sondern nach dem *lokalen Effekt,* welchen sie hat.

Die gewöhnliche aufrechte Stellung mit geschlossenen oder nahe zusammenstehenden Füssen ist wenig geeignet, von ihr aus stärkere Redressirungen des skoliotischen Körpers vorzunehmen und zwar desshalb, weil die Unterstützungsfläche des Körpers eine zu kleine ist, und der Körper daher eine ergiebige Verschiebung seiner einzelnen Theile nicht vornehmen kann. Eine bessere Stellung, d. h. eine grössere Unterstützungsfläche des Körpers wird schon dadurch gewonnen, dass die Füsse etwa in Hüftbreite oder noch weiter auseinandergestellt werden. In dieser *Breitstellung* lässt sich auch bereits dem *Becken* mit Leichtigkeit eine redressirte Haltung geben: dasselbe lässt sich in seitlich entsprechend geneigter und, wenn nöthig, entsprechend verdrehter Stellung leicht festhalten. Will man (wie in Fig. 5) das —

nach links geneigte — Becken in Breitstellung nach rechts neigen, so hat man nur das Körpergewicht vorwiegend auf das linke Bein zu verlegen, so dass dieses (adducirte) Bein eine etwa senkrechte, das rechte (abducirte) eine schräge Stütze des Beckens bildet; die linke Hüfte steht dann merklich höher als die rechte. Hängt aber das Becken bei der Skoliose wie in Fig I links vom Perpendikel hinüber, so eignet sich die beschriebene Breitstellung nicht als Ausgangsstellung für gymnastische Uebungen, weil in derselben das Becken noch mehr nach links geschoben wird, und man die entgegengesetzte Gewöhnung erstreben muss. Man wird daher diese Stellung nur dann anwenden, wenn bei Tieferstehen der linken Hüfte die Beckenmittellinie gewohnheitsmässig *nicht* links vom Perpendikel steht.

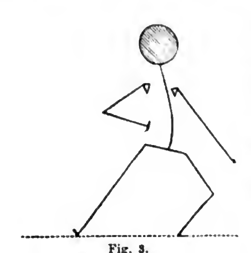
Als eine zweckmässigere Ausgangsstellung, um in aufrechter Haltung Redressirungen vorzunehmen, ergibt sich für unsere typische Skoliose die *Ausfallstellung rechts seitwärts* (Fig. 3.) Die Uebende stellt ihren rechten Fuss so weit seitwärts, dass zwischen ihren Absätzen ein Zwischenraum von 2 Fusslängen entsteht; sodann beugt sie das rechte Bein im Fuss-, Knie- und Hüftgelenk, indem sie die Last des Körpers vorwiegend auf dieses Bein legt. Die linke Hüfte wird stark gehoben und nach vorn geschoben, die rechte möglichst gesenkt; das linke Bein wird völlig gestreckt gehalten. Auf diese Weise steht das Becken stark nach rechts geneigt und rechts herum rotirt. Wird nun der Oberkörper möglicht perpendikulär gehalten und links herum rotirt, so erfährt dadurch die Lendenkurve von selbst eine starke Redressirung. Diese Ausgangsstellung lässt sich sehr fest einhalten, gibt eine breite Unterstützungsfläche für den Körper, und bringt im Gegensatze zu der vorhin beschriebenen Breitstellung das linke Bein in starke Abduktionsstellung zum Becken, was bei gewohnheitsmässig nach links hinüberhängendem Becken vortheilhafter erscheint.

Ist das Becken gewohnheitsmässig *rechts* herum verdreht. wie so oft bei der C fömigen Skoliose, so wird natürlich die gehobene (hier linke) Hüfte nicht nach vorn geschoben, sondern dem Becken die entgegengetzte Drehung gegeben.

In der Ausfallstellung rechts seitwärts lässt sich nun bei der uns als Beispiel dienenden Skoliose ausführen, eine

a) **Partielle Seitwärtsbeugung im Lendentheil.** (Fig. 3.)

Das Wichtigste ist dabei die Fixirung der Rükenkurve, damit diese bei der Beugung nach links keine Zunahme erfährt. In der


Fig. 3.

oben beschriebenen Haltung — Becken rechts herum, Oberkörper links herum gedreht — streckt die Uebende ihren stark auswärts rotirten rechten Arm kräftig seitwärts-abwärts, zieht mit Hülfe der rechten Schulter-Stamm-Muskulatur die Rückenkurve möglichst ein und hält sie während der ganzen Uebung in dieser Weise fest. Kopf und Hals sind nach links hinüberzulegen; die linke Hand wird auf den Gipfel der Lendenkurve gestützt. Der Oberkörper wird nun im Lendentheil nach links gebeugt, ohne dass sich die Haltung der Brustwirbelsäule verändert. Wird die Uebung richtig ausgeführt, so entsteht weniger ein Seitwärtsbeugen des Oberkörpers als ein starkes *Nach-links-schieben* desselben.

Der seitlichen Beugung eng verwandt ist

b) Rumpfrollen (Rumpfkreisen) nach einer Seite,

welches in derselben Haltung ausgeführt wird. Die Uebende beugt sich zuerst vorwärts, geht dann, (immer mit links herum rotirtem Oberkörper) in die eben beschriebene möglichst starke Seitwärtsbeugung, von dieser in Rückwärtsbeugung, und von dieser durch die Mitte wieder in Vorwärtsbeugung über, auf diese Weise einen Kegel beschreibend, dessen Spitze im Becken liegt und dessen Basis eine nach der Seite geneigte Kreisfläche bildet. Diese Rollung kann — ebenso wie die Seitwärtsbeugung a) — etwa 6—12 Mal ausgeführt werden.

c) Partielle Seitwärtsbeugung im Rückentheil (mit abwärts schwingendem Arm.) (Fig. 4.)

Zur Ausführung dieser Uebung gehört Fixation durch die Hand des Arztes. Diese Fixation verwandelt sich zweckmässig in einen starken redressirenden Druck der Art wie er Seite 10 beschrieben wurde. Ein solcher kann um so wirksamer ausgeführt werden, als der Körper ihm nicht ausweicht, sondern ihm im Gegentheil bei der seitlichen Beugung entgegenkommt. Der Arzt legt seine rechte


Fig. 4.

Hand, hinter der Skoliotischen stehend oder sitzend, so in die Seite derselben, dass sie, Daumen nach hinten, die andern Finger nach vorn, ein wenig unterhalb des Gipfels der Konvexität fest anliegt, und so für die Seitwärtsbeugung ein Hypomochlion bilden kann. Den linken Arm legt der Arzt um die Taille der Uebenden, um den Körper derselben noch mehr in richtiger Haltung zu fixiren, oder er umfasst mit der linken Hand die linke Thoraxhälfte der Uebenden von vorn, um hier eine entgegengesetzte Rotation als sie die rechte Hand rechts hervorbringen will, zu bewerkstelligen.

Die Uebende erhebt nun, während die linke Hand in Hüftstütz steht, ihren rechten Arm (Hohlhandfläche nach vorn) bis zur Senkrechten. und indem sie denselben kräftig seitwärts-abwärts schwingt, (ihn als „Schwungrad" benutzend) sucht sie sich gleichzeitig mit dem obern Theile ihres Rumpfes nach rechts umzubeugen, während die Hand des Arztes den oben beschriebenen Druck ausübt. Der letzte Moment der Uebung wird eine Weile kräftig eingehalten, und diese dann 6—12 Mal wiederholt.

Bei leichteren Skoliosen erzielt man bei dieser Uebung, welche, richtig ausgeführt, von sehr energischer Wirkung ist, wohl eine wirkliche *Umbiegung* der Dorsalkrümmung, wenn sie auch, entsprechend der geringen Beweglichkeit der Brustwirbelsäule überhaupt, nur eine geringfügige ist. Bei erheblicher Verkrümmung wird man bei dieser Uebung von vornherein höchstens eine Redressirung der Dorsalkurve bis zur geraden Linie zu Stande bringen.

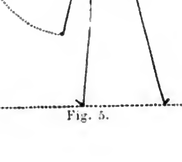
Eine Haltung, welche dem letzten Momente dieser Uebung, aber ohne Fixation durch die Hand des Arztes, entspricht, und bei welcher nur noch der linke Arm kräftig aufwärts gestreckt ist, ist diejenige welche uns Fig. II veranschaulicht. Wir sehen hier (vgl. Fig. I) Lenden- und Nackenkurve etwas über die gerade Linie hinaus, die Rückenkurve ziemlich bis zur geraden Linie redressirt. Die linke Thoraxhälfte ist durch das Erheben des Armes stark herausgewölbt; der weit nach aussen tretende

untere Winkel des Schulterblatts lässt die Wölbung jedoch stärker erscheinen, als sie der Lage der Rippen gemäss ist. Die rechte Thoraxhälfte ist sehr gut eingezogen; ein grosser Theil dieser letzteren Redressirung ist aber zu Stande gekommen durch grössere Krümmung der (hier sehr gracilen) Rippen (vgl. Seite 10), während namentlich die Torsion der Brustwirbel keineswegs aufgehoben, sondern nur vermindert ist.

Diese Haltung ist wohl eine der geeignetsten zur Ausführung des „einseitigen Thiefathmens“. Eine kleine Modifikation derselben entsteht, wenn man die Uebende die rechte Hand, mit dem Daumen weit von hinten umgreifend, auf den Gipfel der Rückenkurve stemmen lässt, was in manchen Fällen sich als vortheilhafter erweist. —

Hängt bei der typischen Skoliose das Becken nicht nach links vom Perpendikel hinüber, sondern nach rechts, so erscheint als Ausgangsstellung für die beschriebenen Redressirungsübungen in aufrechter Haltung die Seite 20 angegebene *Breitstellung* zweckmässiger, weil mit ihr eine Verschiebung des Beckens nach links verbunden ist.

Bei der sog. C förmigen Skoliose, bei der es sich um die Redressirung einer einzigen totalen oder Lendenrückenkurve handelt, wird man ebenfalls meistens die Breitstellung als Ausgangsstellung benutzen können. Die Umbiegung der Lendenrückenkurve lässt sich durch Abwärtsschwingen des betreffenden Armes (wie in c) beschrieben), wo nöthig, befördern. Eine solche Seitwärtsbeugung, wie sie für eine linkskonvexe Total-Skoliose auszuführen wäre, stellt Fig. 5 schematisch dar. Die Fixation durch die Hand des Arztes kann hier eher entbehrt werden.


Fig. 5.

Auch das einseitige *Rumpfrollen* ist bei C förmiger Skoliose mit entsprechender Modifikation (beide Hände in Hüftstütz) am Platze. Auf die Rotation des Beckens und Oberkörpers ist natürlich stets genaue Rücksicht zu nehmen. —

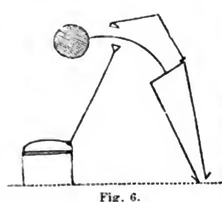
Von den *2) Uebungen, bei denen Hände und Füsse zugleich als Stützen des Körpers dienen,* ist überall, nöthigenfalls ohne Geräth ausführbar und mit grösstem Vortheil verwendbar die

Haltung in Liegestütz seitlings („Seitliegestütz).“

Als Beispiel diene zunächst wieder unsere Skoliotische Fig. I. Die Uebende stützt (Fig. III) ihre rechte Hand auf die Kante einer Bank (Stuhl, Sopha u. dgl.) und stellt ihre Füsse seitwärts so weit ab, dass der rechte Arm mit dem Rumpfe nicht ganz einen rechten Winkel bildet. Der Körper ruht auf der rechten Hand und dem Aussenrande des rechten Fusses; der linke Fuss wird auf den rechten gelegt, beide Kniee, namentlich das rechte, sind fest gestreckt, ebenso die Hüftgelenke; die linke Hand steht in Hüftstütz. Mit Zuhülfenahme der rechten Schulter-Stamm-Muskulatur wird nun die Rückenkurve kräftig redressirt; diese Muskelaktion wird hier wesentlich unterstützt durch einen Theil der Körperschwere. Damit die Redressirung möglichst exakt werde, lässt man den Thorax so viel als möglich links herum drehen. Das Becken wird, thunlichst in entgegengesetzter Weise rotirt, so weit gesenkt, dass, ohne die Redressirung der Rückenkurve zu beeinträchtigen, die Lendenkurve ebenfalls möglichst redressirt ist. Wie stark die gleichzeitige Redressirung beider Kurven bei gracilen Individuen in dieser Haltung möglich ist, zeigt Fig. III sehr deutlich. Doch ist auch hier die Torsion der Rückenwirbel nicht ganz aufgehoben.

Diese (gestreckte) Haltung in Seitliegestütz macht namentlich im Anfange Schwierigkeiten, weil die Balancirung des Körpers die Kräfte sehr in Anspruch nimmt; die Stellung kann daher auch im Anfange nur ganz kurze Zeit eingehalten werden.

Etwas leichter wird die Uebung, wenn der Körper nicht gestreckt, sondern *im Bogen* gehalten wird, weil dann die Füsse der stützenden Hand mehr genähert werden, und die ganze Sohle des inneren Fusses ihren Antheil des Körpergewichts tragen kann. In dieser Weise passt die Uebung nur für die sog. C förmige Skoliose, und Fig. 6 stellt schematisch die Haltung dar, wie sie bei linkskonvexer Totalskoliose auszuführen wäre. Der Rumpf bildet hier einen nach oben (rechts-) konvexen Bogen mit möglichst kurzem Radius. Im Uebrigen gelten die Regeln wie für die gestreckte Haltung; die Haltung des Beckens ergibt sich aus dessen ursprünglicher Abweichung.


Fig. 6.

Die Haltungen in Seitliegestütz lassen sich auch zu ebener Erde ausführen; es kommt dann ein noch grösserer Theil der Körperschwere dem stützenden Arm bei der Redressirung zu Hülfe; die Uebung wird aber dadurch auch desto schwieriger.

Recht geeignet zur Redressirung namentlich der C förmigen Skoliosen ist die

Beinseitlage,

bei welcher *3) der Körper durch eine grössere Fläche, die Aussenseite eines Beines, unterstützt ist.* Nehmen wir eine *rechtskonvexe* Totalskoliose als Beispiel, so legt sich der Uebende (Fig. 7) mit der Aussenseite des linken Beines auf eine (am besten gepolsterte, hohe) Bank, so dass der linke Trochanter major den Stützpunkt des Beckens bildet, und der Oberkörper über das Ende der Bank hinausragt. Die beiden gestreckten Beine liegen auf einander und müssen durch einen Andern mit den Händen, oder dadurch, dass er sich rittlings aufsetzt, oder auch durch einen um Beine und Bank geschnallten Riemen fixirt werden. Der Uebende lässt seinen Oberkörper zunächst bis zur Horizontalen oder noch etwas tiefer herunter, und richtet denselben dann in kräftigem aber vorsichtigem Rucke seitwärts in die Höhe soweit er vermag, bleibt in dieser Haltung eine kleine Weile, und wiederholt das Hinab- und Hinaufgehen etwa 6 Mal. Ungeübte müssen durch die Hände des Arztes unbedingt während dieser Uebung etwas unter den Armen fixirt werden; der Arzt hilft dabei zweckmässig der Redressirung, namentlich der entsprechenden Rotation des Thorax, etwas nach.

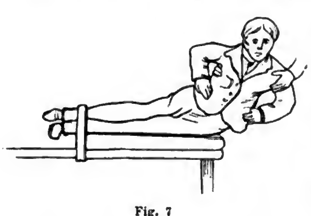


Fig. 7

Das Hinderniss, welches die Schwere des Oberkörpers bei dieser Uebung für die Redressirung abgibt, wird durch ruckweises Aufschnellen wieder ausgeglichen.

Etwas leichter lässt sich diese Uebung als *Haltung* mit *Aufstützen des unteren Armes* ausführen, wobei der Uebende sich nicht auf die Kante der Bank, sondern etwa auf die Mitte derselben, oder auch auf den Fussboden auflegt, und wobei die Fixirung der Beine wie des Oberkörpers überflüssig wird.

In letzterer Art lässt sich die Beinseitlage auch bei *mehrfacher Verkrümmung* des Rückgrats mit *vorwiegender langer Lenden-* und *geringer Rückenkurve* anwenden, indem der der Rückenkurve entsprechende stützende Arm diese gleichzeitig thunlichst redressirt oder doch fixirt. Fig. 8 zeigt im Schema diese Uebung wie sie bei linkskonvexer Lendenkurve und rechtskonvexer Rücken-Nackenkurve auszuführen wäre.

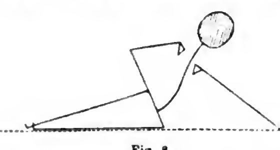


Fig. 8.

B. Uebungen in möglichst symmetrischer Körperhaltung.

Der Skoliotische hat, wie wir bereits angaben, durch Gewöhnung an die unsymmetrische Haltung das richtige Gefühl dafür verloren, ob und wann seine Haltung eine symmetrische oder eine unsymmetrische ist. Wird er (möglichst) symmetrisch hingestellt, so wird er diese Haltung so lange für eine unsymmetrische, schiefe halten, bis etwa seine Augen (vor dem Spiegel) seinem Urtheile zu Hülfe kommen, oder bis er sein unrichtiges Gefühl (Urtheil) durch Gewöhnung korrigirt hat. Das letztere muss einen hervorragenden Theil der gymnastischen Therapie der Skoliose bilden. Der Skoliotische muss erst lernen, was gerade Haltung ist, und wie er sie einzuhalten hat. Nichts ist unvernünftiger, als von einem Schiefen zu verlangen, er solle sich gerade halten, ohne ihm die genaue praktische Anleitung dazu zu geben.

Es erscheint nun zweckmässig, den Skoliotischen die symmetrische Rumpfhaltung nicht nur in der vertikalen Richtung (Stehen, Gehen, Sitzen u. s. w.), sondern auch in der horizontalen (Liegen u. s. w.), und in schrägen Richtungen (schräge Rumpfhaltungen) korrekt einhalten zu lehren, damit sich sein Gefühl für jene Haltung schärfe, und er dieselbe auch bei seinen täglichen Beschäftigungen so wenig wie möglich ablege. Man kann demgemäss eine grosse Anzahl von *Turnübungen* in diesem *orthopädischen Sinne* verwerthen, und leichte Skoliosen können wohl auch ausschliesslich auf diese Weise beseitigt werden. Ich muss mich auch hier auf die Beschreibung der elementarsten Uebungen beschränken.

Stehen.

Leicht Verkrümmte können sich in aufrechter Stellung noch ganz symmetrisch halten, stärker Verkrümmte können ihre ge-

wohnheitsmässige Haltung in der Regel wenigstens der normalen näher bringen. Durch diese Bemühungen entstehen natürlich *gezwungene* Haltungen; erst wenn die normale Haltung eine *ungezwungene* geworden ist, darf die Skoliose als beseitigt betrachtet werden. Das Stehen als Uebung, oder vielmehr als Ausgangsstellung zu anderen einfachen Uebungen („Grundstellung“), wird am besten als sog. „*militärische Haltung*“ geübt. Zunächst ist darauf zu sehen, ob die Kniee gleichmässig gestreckt sind und ob das Becken gerade steht. Bei der Skoliose kommt eine Drehung des Beckens um eine sagittale Axe (seitliche Verschiebung) und um die senkrechte Axe (Rotation) in Betracht.[1] Der Skolitische hat also zunächst, entweder mehr durch seitliche Verschiebung, oder mehr durch entsprechende Rotation, das Becken gerade zu stellen. Um sich zu überzeugen, ob die Beckenmittellinie genau in der Schwerlinie des Körpers liegt, nimmt man das Senkloth zu Hülfe (vgl. Seite 16), falls man sich auf sein Augenmass nicht genügend verlassen kann. Hängt der Oberkörper nun nach der Seite hinüber, so ist derselbe zunächst, stets unter entsprechender Rotation, so nach der andern Seite hin zu schieben, dass er durch das Perpendikel in 2 möglichst gleiche Hälften getheilt wird; in der Regel steht dann auch die vertebra prominens im Perpendikel. Der Kopf soll ebenfalls durch letzteres symmetrisch halbirt werden. Die Schultern sollen in gleichem Niveau stehen; man befiehlt dem Skoliotischen selbstverständlich nicht, die tiefere Schulter hinauf, sondern die höher stehende, „einzuziehen“. Zu diesem Zwecke lässt man den der höher stehenden Schulter entsprechenden Arm, stark auswärts rotirt, abwärts-rückwärts strecken; der Symmetrie halber wird der andere Arm, aber lose, ebenso gehalten.

Fig IV zeigt die in Fig. I in *ungezwungener* Haltung dargestellte Skoliotische in der beschriebenen *gezwungenen* Haltung. Die Symmetrie des Kopfes, der Schultern, des Beckens lässt nichts zu wünschen übrig. Die Lendenkurve des Rückgrats ist ganz ausgeglichen, wenigstens lässt die äussere Erscheinung sie nicht mehr erkennen, die Rückenkurve ist zum grossen Theil ausgeglichen, und namentlich sind die Seitencontourlinien fast ganz

---

[1]) Von der Drehung des Beckens um die Queraxe (eigentliche Beckenneigung) muss ich hier absehen. Vgl. 1. Anm. Seite 8.

gleich geworden; dies zeigt aber wieder, wenn man die immer noch deutlich erkennbaren Differenzen der rechten und linken Thoraxhälfte in Betracht zieht, dass wieder eine starke Krümmung der Rippen rechterseits stattgefunden hat (vgl. Seite 10).

Die beschriebene Haltung mit steifen Armen eignet sich natürlich nicht zur gewohnheitsmässigen aufrechten Haltung ausserhalb der gymnastischen Uebungsstunden. Die Skolitischen müssen daher auch geübt werden, Becken, Rumpf, Schultern und Kopf *mit losen Armen* möglichst symmetrisch zu halten.

Zu verbieten ist das „Stehen auf einem Beine", wobei ein Bein die Körperlast trägt, während das andere ein wenig gebeugt daneben gestellt wird. So plastisch und natürlich auch eine solche Stellung ist, so wenig darf sie doch bei Skoliotischen zugelassen werden. Das Nähere hierüber gehört zur Aetiologie und Prophylaxe der Skoliose.

Gehen.

Das über das Stehen Gesagte ist auch auf das Gehen anwendbar. Als Vorübung des gewöhnlichen Ganges wird zweckmässig der „langsame Schritt" in steifer Haltung (s. o.) geübt, bei welcher der Körper eine kleine Weile auf einem Beine balancirt wird. Ausserdem ist, entsprechend der Rumpfhaltung mit losen Armen, der gewöhnliche, natürliche Gang in nicht steifer, aber doch möglichst symmetrischer Haltung, zu üben.

Unbegreiflich finde ich es aber, dass man in Turn- und orthopädischen Anstalten sogar die Mädchen bei den Gehübungen nach Art der Parade-Soldaten „die Fussspitzen strecken" lässt. In solchen Anstalten kann doch der Marsch als Uebung *nichts anderes* sein als die *Vorübung zum natürlichen, gewöhnlichen Gang.* Dass aber ein Gehen mit „gestreckten Fusspitzen" widernatürlich und affektirt ist, dürfte allgemein bekannt sein.

Sitzen, Liegen

sind an sich keine gymnastischen Uebungen; insoferne diese Ruhehaltungen aber Theile einer gymnastischen Uebung bilden, ist auch in ihnen auf möglichste Symmetrie der Rumpf- und Beckenhaltung zu achten. Das Nähere über Sitzen und Liegen der Skoliotischen gehört ebenfalls zur Aetiologie und Prophylaxe, bezüglich des Liegens bezw. zur aussergymnastischen Therapie der Skoliose.

Niederlassen zur Hocke (Kniebeuge).

Diese von der möglichst symmetrischen Grundstellung ausgehende Uebung ist für die Skoliotischen eine gute „Balanceübung“. Die Hände stehen in Hüftstütz. Zuerst wird der Körper „auf die Zehen“ erhoben, und dann durch Beugung der Knie-, Hüft- und Sprunggelenke unter starker Auswärtsrollung der Oberschenkel soweit niedergelassen, dass die Kniegelenke einen rechten Winkel bilden. Der Rumpf muss in möglichst symmetrischer Haltung senkrecht über der Unterstützungsfläche gehalten werden; dazu muss der Rücken im Lendentheil gut eingezogen werden.

Wer ein kürzeres Bein hat, wird bei dieser Uebung gern nach der Seite des kürzeren Beines hinüberhängen. Auch die erhöhte Sohle hebt diesen Fehler nicht auf, falls sie nicht an der Fussspitze so viel erhöht ist wie an der Ferse. Der Betreffende muss dann das Körpergewicht mehr auf das längere Bein legen und dieses etwas stärker beugen als das andere.

Ausfallstellungen.

Die Ausfallstellungen nach vorn, nach hinten und nach den Seiten hin ausgeführt, wie es die schematischen Figuren 9, 10, 11

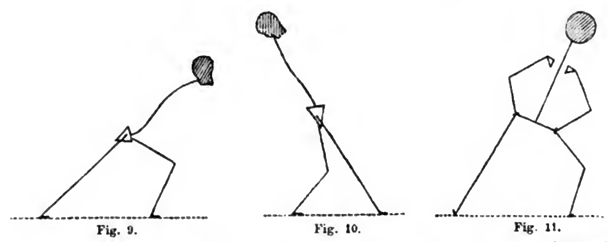


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

veranschaulichen, scheinen mir geeignet zu sein, das Gefühl für symmetrische Rumpfhaltung zu befördern, da sie eine solche in verschiedenen Ebenen voraussetzen. Bei jeder Ausfallstellung wird ein Fuss 2 Fusslängen weit von dem andern abgesetzt und das betreffende Bein im Knie bis annähernd zum rechten Winkel gebeugt. Die Last des Körpers wird nun fast ausschliesslich auf dieses gebeugte Bein gelegt, indem Rumpf und Kopf genau in der Verlängernng des anderen, mit ganzer Sohle und fest gestrecktem Knie stehen bleibenden Beines, gehalten werden. Das

Becken bleibt in seinem Verhältnisse zum Rumpfe. Lässt man diese Ausfallstellungen nach den 4 Hauptrichtungen hin mit wechselnden Füssen hintereinander einnehmen, so hat man eine Uebung von 12 Takten.

Rumpffällen im Sitz (Aufrichten aus der Rückenlage).

Diese Uebung wird entweder mit rechtwinkelig gebeugten Knieen (gewöhnl. Sitz, Reitsitz), oder mit gestreckten Knieen (Langsitz) ausgeführt. Im ersten Falle sitzt der Uebende (mit geschlossenen Knieen oder rittlings) auf einer Bank, im letzteren Falle wohl auch auf ebener Erde; im ersteren Falle müssen die Kniee durch einen Andern fixirt werden; im letzteren ist eine solche Fixation nur dann unbedingt nöthig, wenn der Uebende auf einer Bank so sitzt, dass beim Niederlassen der Rumpf über das Ende der Bank hinausragt und also in der Horizontallage keine Stütze findet. — Der Uebende lässt sich, die Hände in Hüftstütz, langsam bis zur Horizontalen, oder eventuell noch darüber hinaus, zurückfallen, und richtet sich dann langsam wieder auf. Dieses Zurückfallen und Aufrichten wird etwa 6—12 Mal wiederholt. Ungeübte müssen, wenn der Oberkörper beim Niederlassen keinen Halt findet (s. o.), in der Horizontallage an den Schultern unterstützt, und ihnen beim Aufrichten etwas Nachhülfe geleistet werden.

Je nachdem bei dieser Uebung die *Kniee gebeugt oder gestreckt* sind, bietet sie eine Verschiedenheit dar, welche zwar für die Skoliose an sich nicht von Belang, aber für etwa gleichzeitig vorhandene Lordose oder Kyphose der Lendenwirbelsäule von Bedeutung ist. Im ersteren Falle (gebeugte Kniee) kann im Sitz die normale oder überstarke Krümmung der Lendenwirbelsäule nach vorn bestehen, im letzteren Falle (gestreckte Kniee) aber nicht, weil die (passive) Spannung derjenigen Hüftgelenkstrecker, welche zugleich Kniebeuger sind (Mm. biceps, semimembranosus und semitendinosus), eine so starke Neigung des Beckens nach vorn, als zu jener Haltung der Lendenwirbelsäule erforderlich ist, nicht gestattet (Fig. 12). Bei Lordose (falls ihre Ursache nicht im Hüftgelenk zu suchen ist!) ist daher die letztere Form der Uebung (mit gestreckten Knieen) am Platze, bei Kyphose nicht. *Schildbach* bezeichnet („Die Skoliose" Seite 118) das Aufrichten in der Rückenlage *ohne Fixation der (gestreckten) Beine* als indicirt bei Lordose, das Aufrichten bezw. Niederlassen *mit Fixation der (gestreckten) Beine* (und ohne Halt für den zurückfallenden Rumpf, worauf jedoch für

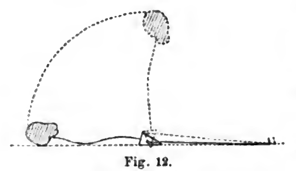
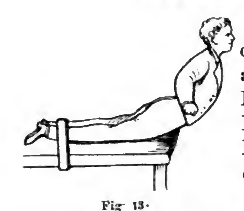


Fig. 12.

den Zweck der Uebung nichts ankommt) aber als bei der totalen bezw. Lendenkyphose angezeigt, weil „in ersterem Falle die Bauchmuskeln, in letzterem die Oberschenkelbeuger die Hauptarbeiter" seien. Dies ist indessen ungenau. Sind in der Rückenlage die Beine nicht fixirt, so müssen die Bauchmuskeln zunächst den untern Thoraxrand dem vordern Beckenrande so weit nähern, d. h. den Oberkörper in sich so weit nach vorn krümmen, bis der Hebelarm der grösseren Last (Rumpf mit Kopf und Armen) so klein wird, dass die Hüftgelenkbeuger diese nun gegen die kleinere Last (der Beine) aufrichten können. Sind die Beine fixirt, so ist dies natürlich nicht nöthig; die Hüftgelenkbeuger können hier den Rumpf (Becken u. s. w.) alsbald aufrichten, die Bauchmuskeln müssen aber zugleich oder in einem späteren Momente dieselbe Arbeit verrichten wie im ersten Falle. Uebrigens ist die Haltung des Körpers am Schlusse der Uebung (d. h. bei grösstmöglicher Verkürzung der Bauchmuskeln und Hüftgelenkbeuger), *worauf es allein ankommen kann*, in beiden Fällen genau dieselbe Die *überhaupt mögliche* Verkürzung der Hüftsgelenkbeuger kann aber bei gestreckten Knieen, wie oben erwähnt, nicht stattfinden, und daher ist das Aufrichten mit gestreckten Knieen bei der totalen bezw. Lendenkyphose *nicht* indicirt.

Rumpfheben in Beinfrontlage. (Fig. 13.)


Fig. 13.

Hier dient die Frontseite der Beine dem Körper als Stütze. Die Uebung wird am besten auf einer hohen, schmalen Polsterbank ausgeführt. Die nothwendige Fixation der Beine wird durch einen um Beine und Unterlage geschnallten Riemen, oder durch einen Gehülfen ausgeführt, welcher sich bei schwereren Individuen rittlings auf die Waden des Uebenden setzt. Letzterer beugt zunächst seinen Rumpf abwärts, und richtet sich dann schnell in möglichst symmetrischer Rumpfhaltung so hoch in die Höhe als er vermag, den Kopf wohl aufgerichtet, verweilt in dieser Haltung einen Moment, und wiederholt das Senken und Heben des Rumpfes etwa 6—12 Mal. Bei steifen und ungeübten Individuen muss der Arzt bei dem Aufrichten etwas nachhelfen.

Es ist bei dieser Uebung darauf zu sehen, dass der Rumpf nicht nach einer Seite hinüberhängt und sich also nicht schräg aufrichtet. Bei einseitiger Krümmung, wie auch bei mehrfacher Krümmung mit langer, mobiler Lendenkurve lässt sich die Uebung jedoch auch mit Vortheil *unsymmetrisch* ausführen, indem die totale oder Lendenkurve möglichst ungekrümmt gehalten wird.

Wird die Uebung auf einem Stuhl (Schemel, Bank) oder auch zu ebener Erde (mit einem dicken, festen Kissen unter den Oberschenkeln) ausgeführt, so müssen von einem Andern die Füsse

gehalten werden. Bei der Ausführung zu ebener Erde wird die Exkursion der Uebung natürlich geringer.

Die Uebung setzt eine sehr energische Kontraktion der Rücken- und Hüftgelenkstrecker voraus, wesshalb dieselbe besonders bei gleichzeitig vorhandener Totalkyphose am Platze ist Das Hinderniss der Rumpfschwere (vgl. Seite 26) wird auch hier durch das Aufschnellen ausgeglichen. Bei Lordose erscheint die Uebung im allgemeinen nicht am Platze; liegt aber die Hauptursache der Lordose im Hüftgelenk (mangelhafte Streckung desselben), so kann die Uebung dennoch nützlich sein, da in ihr eine sehr starke Streckung des Hüftgelenks stattfindet.

Haltung in Liegestütz vorlings („Vorliegestütz.") (Fig. 14.)

Der Uebende lässt sich mit vorwärts gestreckten Armen auf die Kante einer Bank (Stuhl) nieder, und stellt seine Fussspitzen so weit zurück, dass bei möglichst gestrecktem Körper die Arme ziemlich rechtwinkelig zum Rumpfe stehen. Die Hände stehen in Schulterbreite von einander ab, die Finger werden am besten gegen einander gerichtet. Die Schultern seien nicht emporgezogen, der Hals rage frei und lang zwischen ihnen hervor, das Gesicht sei auf die Wand gerichtet. Bauchmuskeln, Hüft- und Kniegelenkstrecker sind fest gespannt, das Gesäss demgemäss eingezogen. Diese Haltung wird eine gute Weile, bis zur Ermüdung, eingehalten, und einigemale wiederholt. (Man kann mit ihr Einknicken der Arme verbinden, wobei die Ellbogen seitwärts gehen müssen; beim Niederlassen soll man mit dem Kinn, nicht mit der Brust oder gar dem Bauche die Kante der Bank berühren.) Volle Symmetrie der Rumpfhaltung ist Hauptsache, nöthigenfalls ist die Verdrehung des Beckens zu korrigiren.

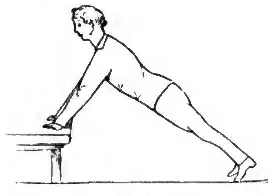
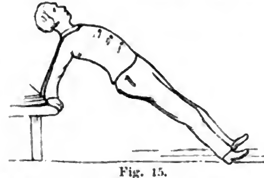


Fig. 14.

Viele Skoliotische nehmen, sich selbst überlassen, diese Haltung gern unsymmetrisch ein, d. h. so, dass die Verbindungslinien der obern und der untern Stützpunkte, der Handflächen und der Fussspitzen, nicht parallel laufen, Rumpf und Beine also nicht gleichgerichtet sind; sie fühlen sich in der symmetrischen Haltung in Vorliegestütz, wie in der symmetrischen aufrechten Stellung, schief, weil die Muskulatur beider Seiten eine ungleiche Thätigkeit entwickeln muss. — Bei vorgeschrittener schlangenförmiger Skoliose ist diese Haltung als symmetrische ausgeführt, wenig zweckmässig. Man lässt sie dann besser unsymmetrisch, „ein-

seitig", folgendermassen ausführen. Nehmen wir wieder unsere typische Skoliose an. Der Uebende stützt sich, im sonstigen die oben beschriebene Haltung einnehmend, blos auf die linke Hand, indem er den Thorax in der linken Schulter möglichst *hängen* lässt. Der auswärts rotirte rechte Arm wird stark abwärts-rückwärts gestreckt (wie in Fig. II) und so die Rückenkurve möglichst eingezogen. Der Thorax ist dabei möglichst links herum, das Becken rechts herum zu rotiren. Es ist für Ungeübte schwer, die Uebung in dieser Weise richtig auszuführen; geschieht dies aber, so ist eine kräftige Totalredressirung möglich, und die Uebung als eigentliche Redressirungsübung verwendbar.

Haltung in Liegestütz rücklings („Rückliegestütz.") (Fig. 15.)


Fig. 15.

Hier bilden die nach hinten gestreckten Arme die obere Stütze des Körpers; die Hände sind nach auswärts gerichtet. Die Brust werde kräftig zwischen den Schultern herausgehoben, der Kopf hänge weder vornüber noch hintenüber. Auch hier ist volle Symmetrie der Rumpfhaltung Hauptsache, und die Verdrehung des Beckens wenn nöthig zu korrigiren.

Das in der vorigen Anmerkung Eingangs Gesagte ist auch hier zu berücksichtigen. Die Schwere des Rumpfes unterstützt in Rückliegestütz wesentlich den der konvexen Thoraxhälfte entsprechenden Arm in der Redressirung der Rückenkurve, und ist es fast immer gerathen, das Körpergewicht vorwiegend auf den betreffenden Arm hinüberzulegen. Damit geht zwar die Symmetrie der Armhaltung verloren; die Uebung lässt sich aber überhaupt, weil in ihr eine sehr kräftige totale Redressirung möglich ist, ebenfalls den eigentlichen Redressirungsübungen beirechnen. Die genannte Wirkung der Schwere wird noch vergrössert, wenn die Uebung zu ebener Erde ausgeführt wird; da die Arme aber nicht so weit nach hinten gestreckt werden können, dass sie mindestens senkrechte obere Stützen für den Rumpf abgeben, so ist diese letztere Haltung ziemlich schwierig.

Die Vornahme der orthopädisch-gymnastischen Uebungen wird stets mindestens eine halbe Stunde, in der Regel eine Stunde in Anspruch nehmen. Die *Gehübungen* füllen zweckmässig die Pausen zwischen den einzelnen Uebungen aus. Während der Uebungsstunde dürfen die Skoliotischen keinen Augenblick in ungezwungener, schlechter Haltung herumstehen oder sitzen; sind

sie ermüdet, so dass sie die (möglichst) symmetrische Haltung nicht mehr einnehmen *können*, so lässt man sie etwas liegen oder mit wohlgestütztem Kreuz gerade sitzen. Die meisten Skoliotischen wird man täglich nicht mehr als einmal zur Verfügung haben; muss dieses auf alle Fälle das Minimum der Therapie sein, so ist in schwierigen Fällen eine 2malige oder gar 3malige Vornahme der Uebungen am Tage gerathen. Wenn die Skoliotischen im übrigen am Tage viel liegen und so hinreichende Gelegenheit zum Ausruhen haben, so dürfte eine 2 oder 3 malige gymnastische Behandlung ihrem Allgemeinbefinden nicht nur keinen Schaden, sondern im Gegentheil nur Nutzen bringen. Schwächlichen wird man natürlich vorerst nur so viel zumuthen, als ihren Kräften angemessen ist.

Literatur,

welche dem Verfasser zu Gebote stand.

Weber, W. u. E., Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge.

Henke, W., Anatomie und Mechanik der Gelenke.

Meyer, G. H, Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.

Werner, Dr., Reform der Orthopädie. — Grundzüge einer wissenschaftl. Orthopädie.

Schreber, Aerztliche Zimmergymnastik. — Kinesiatrik. — Kallipädie.

Schildbach, Die Skoliose. — Orthopädische Klinik. — Kinderstuben—Gymnastik.

Shaw, Ueber die Verkrümmungen, welchen das Rückgrat und die Knochen der Brust unterworfen sind. — Fernere Bemerkungen über die Seitenkrümmung des Rückgrats u. s. w. (Chirurgische Handbibliothek 7. Band 2. Abth., 8. Band 2. Abth.).

Delpech, Orthomorphie (Chirurg. Handbibliothek 12. Band.)

Jörg, Ueber die Verkrümmungen des menschlichen Körpers und eine rationelle und sichere Heilart derselben.

van Gescher, Bemerkungen über die Entstellungen des Rückgrats u. s. w.

Schmidt, Beschreibung einer neuen Maschine zur Verminderung und Heilung der Buckel.

Günther, Bemerkungen über die Verkrümmungen des Rückgrats.

Bühring, Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

Tamplin, Ueber Natur, Erkenntniss und Behandlung der Verkrümmungen.

Maisonabe, Die Verkrümmungen des Rückgrats und deren Heilung.

Dürr, Ueber die häufigeren Verkrümmungen am menschlichen Körper und ihre Behandlung.

Malgaigne, Leçons d'orthopédie.

Adams, Lectures on the pathology and treatment of lateral and other forms of curvature of the spine.

Hirsch, Die Orthopädie.

Schilling, Die Orthopädie der Gegenwart (1860).

Ullrich, Pathologie und Therapie der muskulären (!) Rückgratsverkrümmungen.

Böttcher, Die Seitwärtskrümmung der Wirbelsäule.

Eulenburg, Die seitlichen Rückgratsverkrümmungen. — Die schwedische Heilgymnastik. — Mittheilungen aus dem Gebiete der schwedischen Heilgymnastik. (1854). — Mittheilungen aus dem Gebiete der Orthopädie und schwed. Heilgymnastik (1860).

Niemeyer, P., Krummer Rücken, flache Brust, Plattfuss.

Rothstein, Die Gymnastik nach dem System des schwedischen Gymnasiarchen P. H. Ling.

Ling, P. H., Gymnastikens allmänna grunder.

Hartelius, Lärobok i sjukgymnastik. — Hemgymnastik.

Neumann, Kurze Darstellung des Wesens der schwedischen Heilgymnastik. — Die Heilgymnastik oder die Kunst der Leibesübungen (1852). — Lehrbuch der Leibesübung (1856). — Das Muskelleben des Menschen. — Therapie der chronischen Krankheiten vom heilorganischen Standpunkte. — Hausgymnastik.

Georgii, Kinésitherapie. — Lings educational and curative exercises.

Wretlind, Om rörelsekuren.

Steudel, Praktik der Heilgymnastik.

Werner, J. A. L., Medizinische Gymnastik.

Harless, Plastische Anatomie.

Seiler, Anatomie für Künstler und Turnlehrer.

Roth, Grundriss der physiologischen Anatomie für Turnlehrer-Bildungsanstalten

v. Cederschjöld, Ueber die schwedische Heilgymnastik. — Ueber passive Bewegungen.

Unman, Die schwedische Heilgymnastik.

Lindblom, Något om gymnastikens användning för kroppsutbildningen.

Meyer, W., Die Behandlung der Skoliose nach Sayre'schem Prinzip mit Zuhülfenahme von Jacken aus plastischem Filz. (Inaug.-Diss. Bonn 1880).

Busch, F., Die Belastungsdeformitäten der Gelenke.

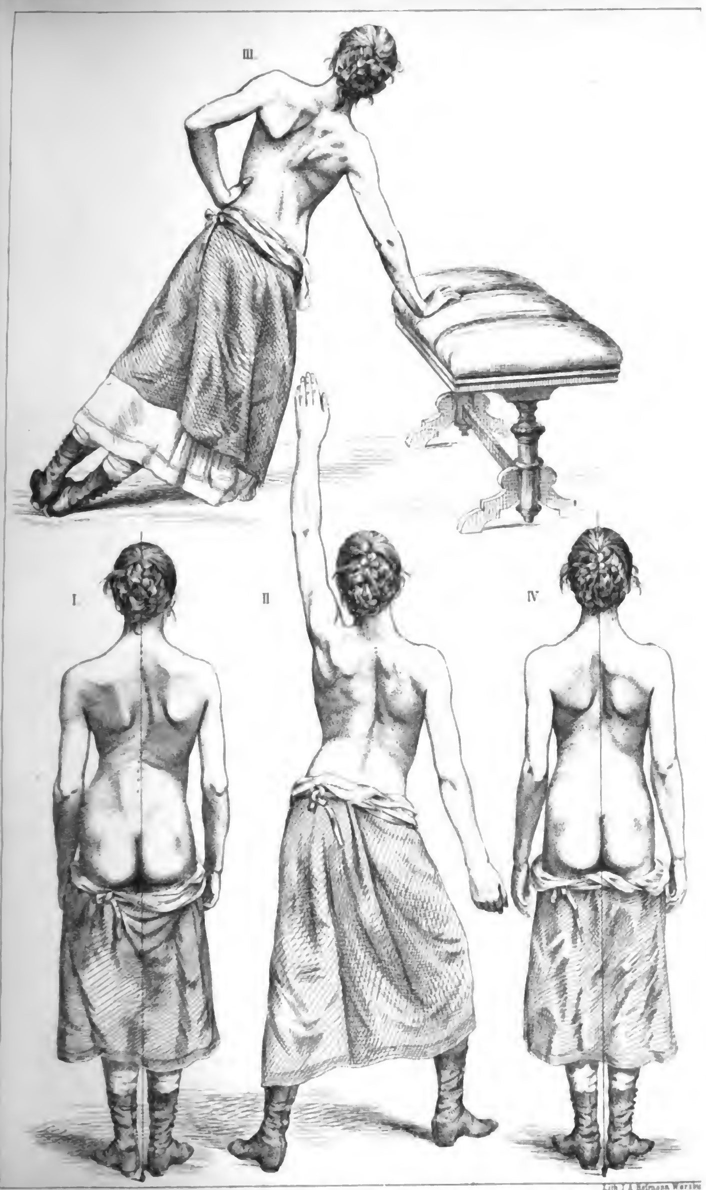
Dornblüth, F., Die Skoliose.

Guérin, J., Mémoires sur les difformités du système osseux.

Pichery, Gymnastique de l'opposant.

Wildberger, Die Rückgratsverkrümmung oder der Schiefwuchs. — Praktische Erfahrungen auf dem Gebiete der Orthopädie.

Die *Handbücher* der *allgemeinen und speziellen Chirurgie*, sowie *zerstreute Abhandlungen* in ärztlichen und sonstigen Zeitschriften.


III
I
II
IV
Lith. J. A. Hofmann Würzburg

Ueber Acetonurie.

Von

Dr. OTTO SEIFERT,

I. Assistenten an der medicinischen Abtheilung des Juliusspitales in Würzburg.

Ein Blick auf die Literatur der letzten zwei Jahre zeigt uns eine grosse Anzahl von Arbeiten über Acetonurie, aber noch ist es nicht gelungen, völlige Klarheit in die bei der Ausscheidung des Acetons und diesem verwandter Körper in Frage kommenden Verhältnisse zu bringen.

Gerhardt[1]) hatte schon früher bei einem Falle von diabetes mellitus gefunden, dass sich der Harn auf Zusatz von Eisenchlorid rothbraun färbte. Die von *Geuther*[2]) dargestellte und Aethylendimethylen - Carbonsäure genannte Substanz, welche später den Namen Aethyldiacetsäure oder Diacetsäure erhielt, gibt ebenfalls mit $Fe_2\ Cl_6$ eine rothe Färbung und spaltet sich leicht in Aceton, Alcohol und Kohlensäure. Da von *Kaulich*[3]) Aceton sowohl als Alcohol und Kohlensäure im Harn von Diabetikern nachgewiesen wurden, sprach *Gerhardt* die Vermuthung aus, dass mit $Fe_2\ Cl_6$ sich rothfärbende Harne die obengenannte Substanz enthalten, welche dann erst im Harne in Aceton Alcohol und Kohlensäure zerfiele.

Auch *Rupstein*[4]) schliesst sich dieser Ansicht *Gerhardt's* an; er fand, dass das Verhalten der durch $Fe_2\ Cl_6$ producirten Rothfärbung gegen Salzsäurezusatz, gegen längeres Kochen und das

1) *Gerhardt:* Wiener med. Presse 28. 1868.

2) *Geuther:* Jenaische Zeitschrift, 1865.

3) *Kaulich:* Ueber Acetonbildung im Thierorganismus. Prager Vierteljahrsschrift XVII, 1860.

4) *Rupstein:* Aceton beim diabetes mellitus, Nr. 55 1874.

Verschwinden der Reaction nach 8—14tägigem Stehenlassen des Urins allein schon genüge, um zu beweisen, dass es sich hier um die *Geuther*'sche Säure handelt. Gleichzeitig gibt *Rupstein* an, dass die Säure als Salz im Urin enthalten ist, weil sie nur nach vorheriger Ansäuerung in den Aether übergeht und durch eine ätherische Eisenchloridlösung in diesem nachgewiesen werden kann.

Die Richtigkeit dieser Angabe wurde von *Fleischer*,[1]) *Hilger*[2]) und *Jaenicke*[3]) bestritten, während *Jaksch*,[4]) *Ebstein*[5]) und *Tollens*[6]) die Thatsache bestätigt haben, dass die erwähnte Substanz angesäuertem Harn leicht durch Aether entzogen werden kann.

Während nun die Mehrzahl der genannten Untersuchungen sich auf den Urin von Diabetikern bezieht, sind erst in neuester Zeit eine Reihe von Beobachtungen bekannt geworden über das Auftreten der gleichen Reaction in dem Urin bei anderweitigen Erkrankungen, obgleich *Gerhardt*[7]) schon darauf hingewiesen hatte, dass im Harn notorischer Säufer die gleiche Reaction auf $Fe_2 Cl_6$ auftritt wie bei manchen Diabetikern.

Insbesondere gebührt *Jaksch*[8]) das Verdienst, sorgfältige Untersuchungnn über das Vorkommen dieser Reaction angestellt zu haben.

In neuester Zeit hat *Deichmüller*[9]) eine kurze Notiz über Acetonurie bei Scharlach veröffentlicht.

Eine Reihe von Beobachtungen, die ich an dem Harne einiger an acut fieberhaften Processen erkrankter Individuen über das Auftreten eines auf $Fe_2 Cl_6$-Zusatz sich rothbraun färbenden

---

1) *Fleischer:* Beitrag zur Chemie des diabetischen Harnes, Deutche medic. Wochenschrift 18, 1879.

2) *Hilger:* Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 195, 1879.

3) *Jaenicke:* Beitrag zur sogen. Acetonurie bei diabetes mellitus, Deutsches Archiv f. klin. Medic., Bd. XXX, 1881.

4) *Jaksch:* Prager medic. Wochenschrift, 1880, Nr. 19 und 20.

5) *Ebstein:* Deutsch. Archiv f. klin. Medic., Bd. XXVIII und XXX.

6) *Tollens:* Annalen der Chemie, Bd. 209.

7) s. o.

8) *Jaksch:* Ueber febrile Acetonurie, Prager medic. Wochenschrift, Nr. 40, 1881, und über das Vorkommen mit Eisenchlorid sich rothfärbender Harne. Zeitschrift für Heilkunde, Bd. 3.

9) *Deichmüller:* Ueber Acetonurie bei Scharlachkranken, Centralblatt für klin. Medic., Nr. 1, 1882.

Körpers mehr zufällig gemacht habe, veranlassten mich, nach dem Bekanntwerden der oben citirten Arbeiten von *Jaksch*, in ähnlicher Weise dieser Reaction nachzuforschen, wie dies von *Jaksch* geschehen ist, der sich auf Grund seiner Beobachtungen folgendermassen ausspricht:

„Nicht nur beim Diabetes, sondern auch bei anderen und vorzüglich acuten Krankheiten tritt bisweilen ein mit Fe_2 Cl_6 sich rothfärbender Körper im Harne auf, speciell bei Masern, Scharlach, Variola, während bei anderen acuten Krankheiten wie Flecktyphus, Abdominaltyphus, Pneumonie, acutem Gelenkrheumatismus diese Reaction zu fehlen scheint oder doch nur sehr ausnahmsweise vorkommt. Unter 40 Fällen von Abdominaltyphus fand er diese Reaction nur zweimal und beide Male waren es Kinder, bei denen der Urin im Stadium des continuirlichen Fiebers diese Reaction zeigte. Aus diesen und anderen Beobachtungen ergibt sich die Annahme, dass der kindliche Organismus eine besondere Disposition zur Bildung des fraglichen Körpers zeige.

Ehe ich zu meinen eigenen Erfahrungen über das Auftreten dieses Körpers bei den verschiedenen Krankheitsformen übergehe, muss noch ein Punkt zur Besprechung kommen, der insbesondere für den diabetes mellitus von grosser Bedeutung ist, nämlich die Frage nach dem Einfluss von Nahrung und Medicamenten auf das Auftreten resp. Verschwinden dieser Fe_2 Cl_6-Reaction.

Der Annahme von *Ebstein*[1]) und *Biermer*,[2]) dass dieselbe beim diabetes abhängig sei von der Nahrung, in specie von der Fleischkost, kann sich *Jaksch* auf Grund seiner Beobachtungen nicht anschliessen, da es sich in einigen Fällen zeigte, dass unter strenger Fleischkost sogar die beim Eintritt in Behandlung vorhandene Fe_2 Cl_6-Reaction zum Verschwinden gebracht wurde. Die praktische Bedeutung dieser Frage leuchtet sofort ein, wenn man an die schädliche Wirkung (Acetonaemie) dieses Körpers denkt, man müsste ja von der strengen Fleischdiät der Diabetiker absehen, wenn die rein animalische Kost das Auftreten dieser Reaction begünstigte.

---

[1]) L. c.
[2]) S. *Jaenicke*, l. c. S. 113.

Von den bei diabetes mellitus in Anwendung gezogenen Heilmitteln sind nach *Jaksch* ohne Einfluss auf die Fe_2 Cl_6-Reaction: Carlsbader Wasser, Leberthran, Milchsäure, Manuit, isländisches Moos; eine künstliche Hervorrufung dieser Reaction durch Einführung von Acetessigäther oder Aceton gelang nicht.

Der Einfluss des Alcohols auf diese Reaction ist, soviel ich aus der Literatur ersehe, noch nicht studiert, wenn ich absehe von der oben citirten Angabe *Gerhardt*'s, dass bei notorischen Säufern die Fe_2 Cl_6-Reaction auftritt.

Auf Anregung meines verehrten Chefs, Herrn Geh. Hofrath *Gerhardt*, stellte ich einige Versuche an über den etwaigen Einfluss des Alcohols auf diese Reaction im Harne von diabetes mellitus. Ganz geeignet schien für diese Versuche ein Fall von diabetes, der nach manchen Richtungen hin Interesse bietet.

Metz, Michael, 27 J., wurde zum ersten Male aufgenommen am 30. VIII. 80. Die Mutter starb im Alter von 40 Jahren an einem Lungenleiden, die übrigen Familienglieder sind gesund.

Im J. 1871 und 76 litt Patient an Gelenkrheumatismus, seit dieser Zeit Schwerathmigkeit und Herzklopfen. Im Frühjahr 1880 nochmals Gelenkrheumatismus.

Anfangs Juni 80 zeigten sich die ersten Erscheinungen des diabetes, bestehend in Vermehrung des Durstes, Zunahme des Appetits, Störung des Schlafes durch allzuhäufiges Urinlassen, Vermehrung der Urinmenge, Abnahme der Körperkräfte, Abmagerung.

Eine Ursache für diese Krankheit ist nicht zu eruiren.

Der schlecht genährte Mann wiegt nur 48,5 Kilo. An der rechten Lungenspitze geringe Dämpfung. Am Herzen die Erscheinungen einer gut compensirten Mitralinsufficienz.

Die tägliche Urinmenge schwankte während seines ersten Spitalaufenthaltes zwischen 2000 und 5000 cm, das spec. Gewicht zwischen 1,025 und 1,045, der Zuckergehalt ging schliesslich von 6% auf 3,5% herunter.

Fe_2 Cl_6-Reaction des Urins fehlte damals.

Unter ausschliesslicher Fleischnahrung erholte sich Patient und wurde am 27. I. 81 mit einem Körpergewicht von 53,5 Kilo entlassen.

Am 23. V. 81 trat Patient zum zweiten Male ins Spital ein. Er war wieder sehr heruntergekommen, das Körpergewicht betrug nur 48,1 Kilo.

Die Infiltration der rechten Lungenspitze hatte wenig Fortschritte gemacht.

In den ersten Monaten des 2. Spitalaufenthaltes schwankte die tägliche Urinmenge zwischen 4000 und 6000 cm, der Zuckergehalt zwischen 5 und 8% (bis zu 400 gr p. die).

Fe_2 Cl_6 - Reaction des Urins war nicht nachweisbar. Die verschiedensten Medicamente hatten keinen Einfluss auf den diabetes, doch fühlte sich Pat. bald kräftiger, das Körpergewicht war bis Oktober auf 53,0 Kilo gestiegen, Pat. konnte leichtere Gartenarbeit verrichten.

In dieser Weise günstig waren die Verhältnisse bis Ende Oktober, wo Pat. sich zum Keltern verwenden liess und bei dieser Gelegenheit dem süssen Most reichlich zusprach. Er erkrankte plötzlich, klagte über Uebelkeit, Mattigkeit, Appetitlosigkeit, Erbrechen. Der Zuckergehalt des Urins stieg wieder bis zu 8%, nachdem er die Wochen vorher zwischen 5 und 6% sich bewegt hatte und gleichzeitig fand sich intensive Fe_2 Cl_6-Reaction. Nach 3 Tagen fühlte sich Pat. wieder beschwerdefrei und gleichzeitig war die Fe_2 Cl_6-Reaction verschwunden.

Am 1. XI. 81 stellte sich unter den gleichen Allgemeinerscheinungen wieder sehr starke Fe_2 Cl_6-Reaction ein, die nun nicht wieder verschwand, während nach 2—3 Tagen Pat. wieder frei von Beschwerden war.

Von jetzt an wurde diese Reaction genauer verfolgt und es zeigte sich, dass bei dreimaliger Untersuchung zu verschiedenen Tageszeiten der Morgenurin den höchsten Grad, der Mittagsurin den niedersten und der Abendurin wechselnden Grad der Stärke der Reaction zeigte. Der Morgenurin wurde stets tief rothbraun, manchmal fast schwarz gefärbt auf Zusatz einiger Tropfen Eisenchlorid.

Um nun bei diesem Kranken, bei dem die eben genannten Untersuchungen Wochen lang regelmässig gemacht waren, den Einfluss des Alcohols auf die Fe_2 Cl_6 - Reaction zu studieren, schlug ich folgenden sehr einfachen Weg ein.

Pat. hatte bisher täglich 2 Schoppen Weisswein, i. e. $^1/_2$ Liter, bekommen. Sollte der Alcohol irgend einen Einfluss auf die

Reaction haben, so musste dieselbe bei völliger Entziehung des Alcohols schwächer werden oder verschwinden.

Vom 14. I. 82 an wurde dem Pat. aller Wein entzogen. Die $Fe_2 Cl_6$-Reaction zeigte sich in den folgenden Tagen in der Weise, dass

am 15. I.	morgens	starke	Reaction,
	mittags	0	„
	abends	geringe	„
16. I.	morgens	geringe	„
	mittags	0	„
	abends	sehr geringe	Reaction
17. I.	morgens	geringe	„
	mittags	0	„
	abends	sehr geringe	„
18. I.	morgens	geringe	„
	mittags	0	„
	abends	0	„
19. I.	morgens	sehr geringe	„
	mittags	0	„
	abends	0	„
20. I.	morgens	0	„
	mittags	0	„
	abends	0	„

Vom 21. I. an bekam Pat. wieder seine gewöhnliche Portion Wein und von jetzt an steigt die $Fe_2 Cl_6$-Reaction wieder langsam an.

21. I.	morgens	0	
	mittags	0	
	abends	sehr geringe	Reaction
22. I.	morgens	sehr geringe	„
	mittags	0	„
	abends	sehr geringe	„
23. I.	morgens	geringe	„
	mittags	0	„
	abends	geringe	„
24. I.	morgens	starke	„
	mittags	geringe	„
	abends	geringe	„

Um den Einwand blosser Zufälle bei diesem allmähligen Verschwinden und Wiederauftreten der Fe_2 Cl_6-Reaction zu beseitigen, wurde vom 11. II. an der gleiche Versuch angestellt mit demselben Resultat, wie oben angegeben, die Wiederholung der näheren Angaben kann wegbleiben.

Von da an bis 31. III. blieb Pat. relativ wohl, er konnte noch seine leichteren Arbeiten verrichten, aber von Anfang April an wurde er immer schwächer, konnte das Bett nicht mehr verlassen und ging am 12. IV. unter den Erscheinungen des coma diabeticum zu Grunde. Während dieses letzteren Stadiums nahm die Urinmenge erheblich ab, betrug am letzten Tag nur noch 250 cm bei einem specif. Gewicht von 1,025 und Zuckergehalt von 2,0 %. Die Fe_2 Cl_6-Reaction erreichte ihre höchste Stärke.

Bei der Section fand sich eine Caverne im rechten Oberlappen und zahlreiche peribronchitische Herde in der übrigen rechten Lunge und in der linken Spitze. Gehirn und Rückenmark zeigten keine Veränderung, es fand sich nirgends eine Ursache für den diabetes.

Die oben angegebenen Versuche beweisen, dass der Alcohol einen Einfluss auf die Fe_2 Cl_6-Reaction haben k a n n, da mit der Entziehung des wenn auch leichten Weines die Reaction allmählig schwächer wurde, resp. gar nicht mehr nachweisbar war und mit erneuter Weinzufuhr allmählig wieder auftrat, um nach kurzer Zeit ihre frühere Stärke wieder zu erlangen. Dieser Fall zeichnet sich noch dadurch aus, dass diese Reaction nicht wochen- sondern monatelang in der gleichen Stärke fortdauerte (abgesehen von diesen künstlichen Unterbrechungen), ohne irgendwelche Störungen des Allgemeinbefindens hervorzurufen, bis sie während des coma diabeticum eine ungewöhnliche Stärke erreichte.

Die direkte Gegenprobe zu machen, d. h. zu sehen, ob nicht grössere Mengen von Alcohol im Stande sind, die Fe_2 Cl_6-Reaction hervorzurufen, wäre von nicht geringem Interesse. Ich untersuchte mehrmals den Urin von Gesunden, die reichlich alcoholhaltige Getränke zu sich genommen hatten, ohne jemals in demselben eine Färbung auf Fe_2 Cl_6-Zusatz zu bekommen. Urin von notorischen Säufern stand mir nicht zu Gebote, mit dem ich die Angabe *Gerhardt*'s weiter hätte verfolgen können.

Bei diesem Fall gelang es aufs Leichteste, den in Frage stehenden Körper aus dem angesäuerten Urin in Aether aufzunehmen; über den Gang der chemischen Untersuchung s. unten.

Ich will nun übergehen zu den Beobachtungen, die ich bezüglich der $Fe_2 Cl_6$-Reaction an dem Harn von Nichtdiabetikern gemacht habe.

In erster Linie muss ich nochmals auf *Jaksch* hinweisen, der die fragliche Reaction gefunden hat bei einem Symptomencomplex, der grosse Aehnlichkeit hatte mit der sogenannten Acetonaemie der Diabetiker; deren Erscheinungen sind bei Affectionen leichteren Grades: geistige Ermüdung, Unlust zu jeder geistigen Thätigkeit, düstere mürrische Gemüthsstimmung, Reizbarkeit, Mattigkeit, Kopfschmerz, bei höheren Graden: Apathie, Stumpfsinn, Somnolenz und intensive Narcose.

Der Fall von *Jaksch* betraf einen 12-jährigen Knaben, der mit heftigen cerebrospinalen Symptomen erkrankte und nach 72 Stunden reconvalescent war; der unmittelbar nach dem Anfall entleerte Urin gab intensive Eisenchloridreaction, und zwar zeigte die mit $Fe_2 Cl_6$ sich rothfärbende Substanz das gleiche chemische Verhalten wie jene in diabetischen Harnen.

Jaksch kommt auf Grund dieser Beobachtung und der oben angeführten Annahme, dass der kindliche Organismus besonders disponirt sei zur Bildung der in Rede stehenden Substanz, zur Meinung, dass ein grosser Theil jener Krankheitsfälle, die als Eclampsia infantum beschrieben worden, mit dem Auftreten solcher mit $Fe_2 Cl_6$ sich rothfärbender Substanzen in einem gewissen Connex stehen dürften.

Dass wirklich der oben genannte Symptomencomplex auch bei Fällen vorkommt, die nichts mit diabetes gemein haben, beweisen zwei Fälle, die ich vor einiger Zeit hier beobachtet habe.

Der erste Fall betrifft ein 20-jähriges Mädchen, Marie H., die als Reservewärterin im Spital beschäftigt an Typhus erkrankte und als Reconvalescentin noch ein schweres Erysipel hinzubekam.

Pat. war schliesslich durch diese beiden Erkrankungen sehr heruntergekommen, stark abgemagert, aber immer guten Muths und munteren Sinnes geblieben. Ausser den gewöhnlichen flüssigen Nahrungsmitteln: Bouillon, Milch, nahm sie noch $^1/_2$ Liter

Wein täglich. In der 5. Krankheitswoche schwankte die Temperatur noch zwischen 38,5 und 39,5, die Pulsfrequenz zwischen 100 und 120.

Am Anfang der 6. Krankheitswoche stellte sich Appetitlosigkeit ein, sodass Pat. nicht einmal mehr Bouillon nehmen wollte, Erbrechen, heftiger Kopfschmerz, Pat. wurde auffällig apathisch, mürrisch und unwirsch, gab gar keine Antwort mehr auf die Frage nach ihrem Befinden. Schliesslich wurde auch gekühltes Wasser und Wein erbrochen, nur Champagner wurde gerne genommen und behalten, zur Ernährung bekam Pat. Peptonclystiere.

Mit dem Eintritte dieser Allgemeinerscheinungen zeigte auch der Urin ein auffälliges Verhalten, einmal war die tägliche Menge eine sehr geringe, betrug nur zwischen 3 und 400 cm, enthielt etwas Eiweiss und zum andern zeigte sich nach Zusatz einiger Tropfen Eisenchlorid, eine tief rothbraune Färbung, die auf Salzsäurezusatz sofort wieder verschwand. Die vorherige Ansäuerung des Urins hinderte die $Fe_2\ Cl_6$-Reaction.

Die betreffende Substanz liess sich aus dem angesäuerten Urin mit Aether ausziehen und mit einer verdünnten Eisenchloridlösung nachweisen.

Dieser apathische Zustand dauerte fast 14 Tage lang fort, und ebenso lang zeigte der Urin das obengenannte Verhalten, schliesslich erholte sich Pat. wieder etwas, sie konnte wieder die frühere flüssige Nahrung, bald darnach leicht verdauliche Fleischnahrung zu sich nehmen, auch wieder gewöhnlichen Wein, während der Champagner ihr jetzt geradezu Eckel einflösste. Mit dieser Besserung des körperlichen Befindens stellte sich rasch wieder die frühere Munterkeit und Lebhaftigkeit ein.

Gleichzeitig wurde die Diurese reichlicher, der Eiweissgehalt verschwand und auch die Eisenchloridreaction konnte nicht mehr nachgewiesen werden.

Nach einem Monat war Pat. so gut erholt, dass sie das Bett verlassen konnte. Nur kurz will ich erwähnen, dass die Pat. noch in der Zeit der Reconvalescenz einen kleinen Rückfall von Erysipel bekam mit 2-tägigem Fieber; auch hier zeigte der Urin die gleiche wenn auch schwächere Reaction, ohne dass eine Störung des Allgemeinbefindens beobachtet wurde.

Der 2. Fall betrifft ein 20-jähriges Mädchen, das wegen Scharlach auf die Isolirabtheilung gebracht wurde. Zu einem schon vorhandenen vitium cordis kam noch Pericarditis mit reichlichem Exsudat und Pleuritis exsudativa hinzu.

Pat. erschien beim Eintritt ins Spital kräftig und wohlgenährt, kam aber durch anhaltend hohes Fieber sehr herunter, so dass sie in der 3. Krankheitswoche über grosses Schwächegefühl klagte. Bis dahin war die Gemüthsstimmung trotz der schweren Erkrankung immer noch eine heitere gewesen, allein am Ende der 3. Woche stellten sich gleiche Erscheinungen wie beim ersten Fall ein. Pat. verlor den Appetit, klagte über Uebelkeit, später häufiges Erbrechen, Diarrhoen, es wurde ausser etwas Bouillon nur noch Tokayer vertragen. Gleichzeitig änderte sich auch die Stimmung, Pat. wurde apathisch, mürrisch, gab gar keine Antwort mehr auf die Frage nach ihrem Befinden.

Der Urin wurde sehr spärlich, enthielt etwas Eiweiss und gab mit Fe_2 Cl_6 intensiv rothbraune Färbung, auch hier gelang es leicht, die sich färbende Substanz aus dem angesäuerten Urin mit Aether auszuziehen. Die Allgemeinerscheinungen dauerten auch hier fast 14 Tage, Pat. vegetirte nur noch und bot einen traurigen Anblick.

Der Urin konnte nicht regelmässig aufgefangen werden wegen der gleichzeitigen Diarrhöen, so oft man ihn aber in dieser Zeit zur Untersuchung bekam, gab er stets die gleich starke Fe_2 Cl_6-Reaction, der Eiweissgehalt blieb sehr gering. Endlich stellte sich wieder etwas Appetit ein, die Diarrhöen wurden geringer, das Sensorium wurde freier, die Stimmung wieder eine heitere, Pat. erholte sich jetzt rasch. Mit dieser Besserung des Allgemeinbefindens nahm die Diurese zu, der Eiweissgehalt ab, und die Fe_2 Cl_6-Reaction verschwand gänzlich aus dem Urin.

Es ist unzweifelhaft, dass die Substanz, welche die mehrerwähnte Fe_2 Cl_6-Reaction gibt und in gewissen ursächlichen Zusammenhang mit dem coma diabeticum gebracht wird, bei Individuen, die durch fieberhafte Processe geschwächt sind, Störungen des Allgemeinbefindens noch mehr aber der physischen Functionen hervorrufen kann, da gerade diese beiden Fälle zeigen, dass mit dem Auftreten der Fe_2 Cl_6-Reaction Erscheinungen zum Vorschein kommen, welche jenem Symptomencomplex entsprechen, der den leichteren Graden der Acetonaemie (coma diabeticum) zugehörig betrachtet wird.

Eine Frage drängte sich mir bei diesen Beobachtungen auf, nämlich die, ob nicht ähnlich wie beim Diabetes auch bei Individuen wie diesen der Alcohol eine gewisse Rolle bei der Bildung der in Rede stehenden Substanz spiele. Angeregt wurde dieselbe dadurch, dass beide Pat. während der Acetonurie fast nur an Alcohol reichen Wein zu sich nahmen und dass der der Acetonaemie ähnliche Zustand bei Beiden 14 Tage lang anhielt. Wenn nun die Annahme, dass der Alcohol an der langen Dauer dieses Zustandes Schuld trägt, auch nur einige Berechtigung hat, so darf man sich in solchen Fällen nicht auf den Alcohol allein als Excitans verlassen, und das ist die practische Bedeutung der Frage, sondern man muss anderen Mitteln den Vorzug geben, welche die gleiche Wirkung haben.

Des Weiteren folgen noch meine Beobachtungen über das Auftreten der $Fe_2\ Cl_6$-Reaction bei fieberhaften Krankheiten.

Aus den nahezu 300 Fällen, die seit Anfang des Jahres 1882 auf der medicinischen Abtheilung zur Beobachtung kamen, wurden die leichteren Erkrankungen wie Bronchitis, Angina catarrhalis, Rheumatismus articulorum, subacutus etc. ausgeschlossen, da bei solchen die Reaction weder erwartet noch bei den ersten darauf hin untersuchten gefunden wurde. Von grösserer Bedeutung sind die Untersuchungen an dem Harne schwerer fieberhafter Processe.

Meine Befunde stimmen nicht ganz mit denen von *Jaksch* überein; während dieser unter 40 Typhusfällen nur bei zweien die $Fe_2\ Cl_6$-Reaction beobachtete, konnte ich unter 15 Fällen 9 mal dieselbe feststellen und zwar handelte es sich um Kranke mit continuirlich hohem Fieber und beträchtlichen Störungen der Darmfunctionen. Die Mehrzahl der Fälle litt an heftigen Diarrhöen, hochgradigem Meteorismus und nur einige an hartnäckiger Obstipation. Die 6 Fälle, bei denen die Reaction nicht gefunden wurde, zeichneten sich durch auffällig leichten Verlauf, mässiges Fieber und geringe Verdauungsstörungen aus.

Bei jenen 9 Fällen blieb die Reaction in mässiger Stärke so lange bestehen, als das continuirliche Fieber und die Durchfälle (resp. Obstipation) anhielten, mit Nachlass des Fiebers d. h. mit Eintritt geringer Morgenremissionen oder schon früher mit Aufhören der Diarrhöen wurde die Reaction schwächer und verschwand bald gänzlich. Bei einzelnen Fällen zeigte sich ein

ähnliches Verhältniss wie bei jenem Fall von diabetes mellitus, dass nämlich der Morgenurin den höchsten, der Abendurin geringeren Grad der Reaction zeigte und dass dieselbe aus dem Morgenurin am Spätesten verschwand. Die Färbung des Urins auf Fe_2 Cl_6-Zusatz war eine leicht rothbraune, erreichte niemals die dunkle Nüance wie bei den beiden Mädchen und bei dem Diabetiker, das Verhalten desselben gegen Säurezusatz und Kochen war jedoch das gleiche. Die Aufnahme der Substanz aus dem angesäuerten Urin in Aether und Nachweis mit verdünnter Fe_2 Cl_6-Lösung gelang nicht immer so leicht, wie in den oben angeführten Fällen.

In zweite Linie sind die Beobachtungen an dem Harne von Pat. mit Pneumonia crouposa zu setzen, deren Zahl 40 beträgt, wobei allerdings auch die leichtesten Fälle und die eintägigen mitgerechnet sind; unter dieser Gesammtzahl fand ich bei 12 Fällen die Fe_2 Cl_6-Reaction in ausgezeichneter Weise. Doch muss ich bemerken, dass nicht bei allen die Reaction in der gleichen Weise verlief, abgesehen davon, dass sie nicht bei allen von Beginn der Krankheit an beobachtet werden konnte, weil die Pat. oft erst am 5. oder 6. Krankheitstage ins Spital eintraten. Bei der Mehrzahl der genau beobachteten Fälle zeigte sich die Reaction schon in den ersten 24 Stunden, bei anderen erst am 4. oder 5. Krankheitstage, also erst dann, wenn die Pat. durch das Fieber schon eine beträchtliche Consumption erlitten hatten.

Allen gemeinsam ist das Verschwinden der Reaction mit Eintritt der Krisis. Auch hier das gleiche chemische Verhalten des Urins bezüglich der Fe_2 Cl_6-Reaction wie oben beim Typhus angegeben.

Bei acutem Gelenkrheumatismus fand ich die fragliche Reaction mehrmals, doch konnte dieselbe wegen der Behandlung mit Natron salicylicum nicht weiter verfolgt werden, da Salicylsäure die Eisenchlorid-Reaction verdeckt. Intensive Reaction fand sich bei Angina diphtheritica und Scarlatina.

Von weiteren fieberhaften Processen, bei denen sich die Reaction fand, sind noch anzuführen: Erysipelas faciei, Perityphlitis, acute Miliartuberculose — Pleuritis — Phthisis pulmonum. Von der grossen Zahl der Phthisiker kommen nur in Betracht die Fälle mit zeitweise continuirlich hohem Fieber

(pneumonische Nachschübe oder Phthisis florida) sowie jene mit heftigen Diarrhöen und Appetitlosigkeit. Für die Reihe der noch angeführten Krankheitsformen gilt nahezu das gleiche, wie von Typhus und Pneumonie, dass nämlich das Fieber ein hohes sein muss und dass mit dessen Nachlass die Reaction schwindet.

Meine Erfahrungen über das Auftreten der mit $Fe_2\ Cl_6$ sich rothbraunfärbenden Substanz d. h. über die sogenannte febrile Acetonurie lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die febrile Acetonurie tritt auf bei fieberhaften Processen (insbesondere den Infectionskrankheiten), die mit hohen Temperaturen und gleichzeitigen beträchtlichen Störungen der Verdauung einhergehen, während solche mit niederen Temperaturen und wenig gestörter Verdauungsthätigkeit von dem Auftreten der $Fe_2\ Cl_6$-Reaction frei bleiben.

Die Acetonurie schwindet mit dem Nachlass des Fiebers und Besserung der Magen-Darmerscheinungen.

Die mit $Fe_2\ Cl_6$ sich rothbraunfärbende Substanz ist bei nicht zu reichlicher Bildung von keiner üblen Einwirkung auf noch wenig geschwächte Individuen, kann dagegen bei vermehrter Bildung auf geschwächte Organismen höchst ungünstig einwirken und insbesondere die psychischen Functionen beeinträchtigen.

Nun zum Schluss noch Einiges über das chemische Verhalten der in Rede stehenden Substanz und über die Vornahme der Reactionen.

Vor Allem muss man sich vor Verwechslung mit Substanzen schützen, die mit Eisenchlorid ebenfalls Rothfärbungen geben. Es kommen in Betracht: Rhodankalium, die ameisensauren und essigsauren Salze, ferner das Phenol und die Salicylsäure.[1])

Die Färbungen, welche die Salze der Ameisensäure und Essigsäure darbieten, lassen sich leicht von der durch den fraglichen Körper bedingten unterscheiden, indem diese Substanzen weder aus angesäuertem noch aus unangesäuertem Harn in Aether übergehen.

[1]) *Jaksch*, l. c. S. 19.

Die Färbung des Phenols und der Salicylsäure wird schon wegen ihrer violetten Nuance nicht leicht verkannt werden. Ausserdem haben die Harne, welche Phenol oder Salicylsäure oder Rhodankalium enthalten, die Eigenschaft, dass sie nach dem Kochen, auch wenn dasselbe lange andauert, die Reaction immer noch geben.

Versetzt man einen Harn, der Carbolsäure, Salicylsäure, ameisensaure oder essigsaure Salze enthält, mit einer concentrirten Lösung mineralischer oder organischer Säure, so gibt dieser keine Reaction mehr mit Eisenchlorid und auch die in solchen Flüssigkeiten entstandenen Reactionen mit Eisenchlorid schwinden sofort bei Zusatz von Säuren.

Unsere fragliche Substanz nun zeichnet sich durch folgendes Verhalten aus:

1) Zusatz einiger Tropfen Eisenchlorid gibt rothbraune Färbung;
2) kocht man den Harn, der diese Substanz enthält, so bekommt man die $Fe_2\ Cl_6$-Reaction nicht mehr;
3) wird die in solchen Harnen mit $Fe_2\ Cl_6$ entstandene rothe Flüssigkeit gekocht, so tritt sofort Entfärbung ein;
4) concentrirte Säuren zerstören in der Kälte diese Substanz nicht sofort, wohl aber nach einigen Minuten, es bleibt dann die $Fe_2\ Cl_6$-Reaction aus;
5) wird solcher mit $Fe_2\ Cl_6$ rothgefärbter Harn mit Schwefelsäure versetzt, so verblasst die Reaction, tritt jedoch bei vorsichtigem Neutralisiren wieder auf;
6) werden solche Harne mit Schwefelsäure angesäuert und mit Aether geschüttelt, so bekommt man ein Aetherextract, das mit verdünnter Eisenchloridlösung ebenfalls rothbraune Färbung gibt, doch hat man hiebei darauf zu achten, dass sofort nach dem Ansäuern mit Aether geschüttelt (s. Nr. 4) und dass die Aetherschicht sofort abgehoben wird, wenn sie sich abgesetzt hat.

Der Gang meiner Untersuchungen war ganz der von *Jaksch*[1]) angegebene, ich kochte eine Portion Harn, der diese Eisenchlorid-Reaction darbot, und prüfte nach dem Erkalten mit Eisenchlorid, es musste dann die Substanz zum Verschwinden gebracht sein,

---

[1]) L. c.

d. h. die Eisenchloridreaction fehlen (s. Nr. 2). Eine zweite Portion wurde mit Eisenchlorid versetzt und dann gekocht (s. Nr. 3). Eine dritte Portion wurde mit concentrirter Säure, nach einigen Minuten mit Eisenchlorid versetzt, wobei dann die Reaction ausblieb.

Eine weitere Portion des Harnes wurde mit Schwefelsäure angesäuert, mit Aether geschüttelt und mit Eisenchlorid versetzt. Zu letzterer Probe nahm ich ebenfalls sehr verdünnte Eisenchloridlösungen. Die im Aetherextract entstandene Reaction verblasste beim Stehen in wenig Tagen.

Bezüglich der Reaction selbst machte ich die gleiche Bemerkung wie *Jaksch*, dass bei starken Niederschlägen mit Eisenchlorid von Vortheil ist, erst wenige Tropfen Eisenchloridlösung hinzuzusetzen, den Niederschlag abzufiltriren und das Filtrat neuerdings mit Eisenchlorid zu versetzen. Zu diesem Zwecke eignen sich Eisenchloridlösungen von starker Concentration.

Die Farbstoffe der Vogeleierschalen.

Von

C. FR. W. KRUKENBERG.

(Aus der Physiologisch-chemischen Abtheilung des Physiologischen Institutes der Universität zu Würzburg.)

(Mit Tafel V.)

Ueber das chemische und physikalische Verhalten der Farbstoffe in den Vogeleierschalen liegen bereits drei ältere Mittheilungen vor. Die erste Arbeit ist von *Wicke*, [1]) die zweite und ausführlichste ist von *Sorby*, [2]) und die jüngste hat *Liebermann* [3]) zu ihrem Verfasser. Mich entheben diese Abhandlungen der Aufgabe, mich über den Werth von Untersuchungen gerade dieser Producte, über den Ort, wo die Pigmente mit den anorganischen und mucinogenen Bestandtheilen der Eierschalen erfahrungsgemäss verwoben werden und über die zweckmässigsten Methoden bei der Abscheidung der Farbstoffe aus den kalkreichen Gebilden umständlicher zu verbreiten. Nothwendig erscheint es mir aber, die genannten drei Aufsätze für jeden einzelnen Fall selbst näher zu beleuchten, bevor ich zur Besprechung meiner eigenen Experimente übergehe; denn jene besitzen gerade deshalb ein ganz besonderes Interesse und sind gerade deshalb für mich wie wohl auch für jeden spätern Untersucher so werthvoll, weil sie völlig unabhängig von einander entstanden sind. *Sorby* hatte von den Ansichten, welche *Wicke* 17 Jahre vor ihm ausgesprochen hatte, keine Kenntniss erhalten, und *Liebermann* erfuhr von letzteren erst nach Feststellung seiner Resultate, während ihm von den

---

[1]) *Wicke, Wilh.*, Ueber das Pigment in den Eischalen der Vögel. Göttingische gelehrte Anzeigen vom Jahre 1858. III. Bd S. 314—320.

[2]) *Sorby, H. C.*, On the Colouring-matters of the Shells of Birds' Eggs. Proc. of the Zoolog. Soc. of London. 4. May 1875 p. 351—365.

[3]) *Liebermann, C.*, Ueber die Färbungen von Vogeleierschalen. Ber. d. deutsch. chem, Gesellsch. XI. Jahrg., 8. April 1878. S. 606—610.

fundamentalen Ergebnissen, mit welchen kurz zuvor *Sorby* die Wissenschaft bereichert hatte, gar keine Kunde geworden war.[1])

Wicke fand in den von ihm untersuchten Eierschalen zwei in Wasser und Alkohol unlösliche Farbstoffe vor, von welchen sich der eine (das Oocyan *Sorby's*) nach Säureeinwirkung in Alkohol wie Essigsäure mit grüner Farbe löste, der andere (das Oorhodeïn *Sorby's*) durch Mineralsäuren grün gefärbt wurde und nach der Säurebehandlung eine rosa gefärbte alkoholische Lösung gab. [2]) Dem ersteren Pigmente entspricht nach *Wicke* eine grüne oder eine in's Blaue verlaufende Färbung der Eierschalen, dem andern Farbstoffe eine braune, die jedoch so schwach sein kann, dass ein gelber Farbenton resultirt. Da die salzsaure alkoholische Lösung des grünen Eierschalenfarbstoffes durch salpetrige Säure zuerst violett, dann rosa und endlich hellgelb wurde, hielt *Wicke* denselben für Biliverdin, den braunrothen Farbstoff dagegen, weil er ähnlich dem Bilirubin durch Mineralsäuren grün gefärbt wird, für Letzteres. Keineswegs vermochte jedoch *Wicke* beide Farbstoffe scharf auseinanderzuhalten, und er verfiel deshalb bei seinen Angaben über die Färbungen bestimmter Eier durch das eine oder andere dieser beiden Pigmente in grobe Täuschungen, sei es, indem er beide Farbstoffe (wie bei Vanellus cristatus)

---

[1]) Die Mehrzahl der von mir untersuchten Eierschalen entnahm ich einer grössern Sammlung des Kaufmanns, Herrn *Gustav Grundner* zu Berlin. Sehr werthvolle Objecte (z. B. die Eier von Tinamus Tao, Uria californica, Haematopus ostralegus) empfing ich von Herrn Professor Dr. *W. Blasius;* die Eierschalen von Casuarius galeatus, Dromaeus Novae Hollandiae und verschiedener Crypturiden-Species sandte mir Herr Landesökonomierath *W. von Nathusius* auf Königsborn und das Ei von Opisthocomns cristatus Herr Oberamtmann *A. Nehrkorn* in Riddagshausen. Allen Gebern meinen verbindlichsten Dank!

[2]) Dass das an die mucinogene Substanz (cf. meine Vergl. physiol. Studien. II. Reihe, I. Abth. S. 66 ff.), nicht an den Kalk der Eier gebundene Oorhodeïn nur in sauren Flüssigkeiten sich löst, geht daraus hervor, dass wenn die organische Materie durch Maceriren mit verdünnter Natronlauge verflüssigt und dadurch der Farbstoff abreibbar geworden ist, kein neutrales Lösungsmittel — ich prüfte unter anderen Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Petrol- und Essigäther — das Oorhodeïn aufnahm. Das Oocyan hingegen ist als Kalkverbindung in den Eierschalen vorhanden und wird deshalb durch Behandlung derselben mit Natronlauge weder abreibbar noch durch Alkohol, Chloroform etc. extrahirbar. Nur nach längerer Einwirkung des Alkalis erfährt es in einigen (z. B. von Tinamus Tao) aber nicht in allen (z. B. nicht in denen von Sylvia phoenicurus) Schalen eine Verfärbung in's Grüne, ohne aber auch dann in Alkohol löslich zu sein.

mit einander vollkommen verwechselte, oder indem er ihr vergesellschaftetes Vorkommen (bei Corvus corone, Turdus musicus, Uria Lomvia) nicht erkannte.

Beide Farbstoffe von einander genau unterscheiden gelehrt zu haben, ist erst das Verdienst von *Sorby*. Dieser Forscher zeigte, dass der rothe Farbstoff ein ganz charakteristisches Bandenspectrum besitzt, welches, je nachdem sich derselbe in stark oder schwach saurer (= neutraler) Lösung, im gelösten oder im festen Zustande befindet, ein verschiedenes ist; der grüne Farbstoff liess ihn dagegen nur nach Zusatz von Salzsäure (Banded Oocyan) oder sogar nur nach Einwirkung von salpetriger Säure ein oder zwei Absorptionsbänder im Spectrum erkennen. Er vergleicht das spectroskopische Verhalten der Oorhodeïnlösungen mit dem des Cruentins, eines von *Thudichum* entdeckten Zersetzungsproductes des Hämoglobins durch starke Schwefelsäure, in nahezu neutraler und stark saurer alkoholischer Lösung und hält es wegen eines relativ gleichen Abstandes und gleicher Intensität der einzelnen Absorptionsstreifen für wahrscheinlich, dass das Oorhodeïn und das Cruentin einen sich chemisch wie physikalisch gleich verhaltenden Farbstoffkörper als Radical enthalten, welcher verbunden mit verschiedenartigen ungefärbten Substanzen beide Pigmente bildet. Das Oorhodeïn ist nach *Sorby* demnach kein einfaches Blutexsudat, sondern es entsteht aus dem Hämoglobin durch einen secretiven Vorgang, bei welchem das Hämoglobinmolekül nach der einen Seite hin genau in derselben Weise gespalten wird als es künstlich durch starke Schwefelsäure gelingt.

Oorhodeïn. Beim Vergleich der Spectren, welche *Sorby* von dem Oorhodeïn unter verschiedenen Bedingungen erhielt, mit denen desselben Körpers in der Abhandlung von *Liebermann* könnte man leicht versucht sein, die immerhin bedeutenden Abweichungen, welche die Darstellungen beider Forscher aufweisen, auf Ungenauigkeiten bei der Beobachtung zu beziehen. Ich glaube aber zeigen zu können, dass nur von *Sorby* und auch von ihm nur in wenigen Fällen dabei gefehlt wurde, dass die Spectralzeichnungen der beiden Untersucher aber einer näheren Auseinandersetzung bedürfen.

Von dem durch Salzsäure aus den Eierschalen isolirten Oorhodeïn löst sich meist nur ein Theil in salzsaurem Wasser auf; nachfolgende Alkoholbehandlung liefert fast immer noch grün

gefärbte, stark roth fluorescirende Oorhodeïn-haltige Auszüge auch wenn die Säure aus den grün gefärbten Schollen durch Auswaschen mit Wasser grösstentheils entfernt war. Es ist mir nicht im mindesten zweifelhaft, dass das Absorptionsspectrum, welches *Liebermann* von der stark sauren wässrigen (und ebenso verhält sich die stark saure alkoholische) Oorhodeïnlösung gibt, das allein richtige ist, und dass wenn *Sorby* darin drei Bänder zu sehen glaubte, er sich entweder durch die D-Linie täuschen liess oder keine hinreichend saure Lösung des Farbstoffes untersuchte und in Folge dessen noch Andeutungen eines Absorptionsstreifens sah, welcher erst in schwach sauren oder fast neutralen Lösungen ganz deutlich hervortritt (cf. Spectr. 1, in welchem die Bänder genau so gelagert sind, wie *Liebermann* gezeichnet hat). Diese beiden Streifen zeigen bisweilen eine geringe Verschiebung nach dem rothen Ende des Spectrums zu, und zwar dann, wenn der Säuregrad der Lösung ein verhältnissmässig schwacher ist: Specifische Differenzen, wie solche *Liebermann* anzunehmen scheint, beobachtete ich, so sehr ich auch bei Lösungen des Farbstoffes, welche den verschiedenartigsten Eiern entstammten, darauf achtete, niemals. Neutralisirt man den salzsauren wässrigen Oorhodeïn-haltigen Auszug der Eierschalen mit Ammoniak,[1]) so sieht man die beiden Bänder im Spectrum sich mit abnehmender Säuerung mehr und mehr nach dem Roth hin verschieben, das erstere derselben undeutlicher, das zweite nur breiter werden, beobachtet auch bisweilen Andeutungen eines zusammengesetzten Bandes (vgl. Spectr. 5), und schliesslich wird man noch zwei Streifen (einen vor E, den andern hinter b) gewahr, welche dem Spectrum der ursprünglichen Lösung vollständig fehlten. Man bekommt so das Spectrum, welches *Sorby* in Fig. 1 seiner Abhandlung durch die Worte „nearly neutral solution“ weiterhin erläuterte, welches aber den im Roth gelegenen Streifen, wie mir scheint, zweimal (in verschiedenen Stadien seiner Verschiebung) enthält oder aber, in welchem das zweite Band (vom Roth aus gerechnet) als nicht dem Oorhodeïn zukommend zu streichen ist. Im Spectrum solcher Lösungen aus einigen Eierschalen (Corvus corax, Haematopus ostralegus) beobachtete ich noch ein Band zwischen B und C, welches

[1]) Natron- wie Kalilauge eignen sich wegen der starken flockigen Fällung, welche sie in den Farbstofflösungen hervorbringen, zur Neutralisation nicht.

Sorby bei seinen Untersuchungen nicht aufgefallen ist, von *Liebermann* aber bereits abgebildet wurde. Ich möchte nicht so sicher, wie Letzterer that, dieses Absorptionsband als dem Oorhodeïn angehörig betrachten, — eben weil ich dasselbe oft vermisste und niemals eine Andeutung davon erhielt, wenn ich den nach dem Entkalken getrockneten Eierschalen das Oorhodeïn durch Alkohol direkt entzog [1]) oder eine wässrige Lösung des Farbstoffes mit Alkohol — sei es, um den durch Ammoniak aus saurer Lösung gefällten Farbstoff wieder in Lösung zu bringen (was durch Alkohol wie Chloroform wenigstens einige Male gelang) oder um die Säure abzustumpfen — stark verdünnte (Spectr. 7). Ich glaube aus diesen Befunden vielmehr schliessen zu sollen, dass das Band zwischen B und C einem besondern Pigmente zukommt, welches durch Alkohol zersetzt wird. Führt man mit dem Ammoniakzusatze zu der salzsauren wässrigen Lösung des Farbstoffes so lange fort, bis die Flüssigkeit eine deutlich alkalische Reaction angenommen hat, so fällt das Oorhodeïn regelmässig in Flocken aus, und das Spectrum des suspendirten Farbstoffes zeigt alsdann die gleiche Anzahl von Bändern wie die schwach saure oder neutrale Lösung, diese aber sämmtlich dem rothen Ende des Spectrums näher gerückt. [2]) Dass das durch Ammoniak aus der sauren Lösung gefällte Oorhodeïn von seinen Lösungen spectroskopisch erheblich abweicht, war weder *Sorby* noch *Liebermann* aufgefallen. Das von *Sorby* (Fig. 1, Spectr. 3) entworfene Oorhodeïnspectrum, zu welchem er „in a solid neutral state“ erklärend hinzusetzt, ist sicher ein solches, welches man an seitlich belichteten Oorhodeïn enthaltenden Schalen zu sehen bekommt, [3]) welches aber mit dem Spectrum des aus seinen Lö-

---

1) Meist fehlt im Spectrum der so bereiteten alkoholischen Oorhodeïnlösungen auch der Streifen zwischen C und D, dessen Anwesenheit mir deshalb gleichfalls mehr auf einen zweiten, vom Oorhodeïn unterschiedlichen Farbstoff hinzuweisen scheint.

2) Das dieses Verhalten darstellende Spectrum 6 auf Taf. V bezieht sich auf den Oorhodeïn haltigen Auszug der Eierschale von Haematopus ostralegus; die Spectren der aus den meisten anderen Eierschalen in gleicher Weise gewonnenen Farbstoffsuspension zeigten den Streifen um B nicht. Vgl. hierzu auch das in vorstehender Anm. Gesagte.

3) Es ist mir nur an tief dunkelbraun tingirten Möven-, Schnepfen- und Kiebitzeiern geglückt, nach *Sorby*'s Methode die drei Absorptionsbänder im Spectrum direct zu beobachten; auch mit Hülfe eines *Zeiss*'schen Mikrospectroskopes vermochte ich an schwächer gefärbten Eierschalen keine deutliche Spectralstreifen wahrzunehmen.

sungen durch Ammoniakzusatz gefällten Farbstoffes nicht vollkommen übereinstimmt; denn das Band hinter b wird dort (vgl. Spectr. 17) thatsächlich nicht gesehen, und auch die Lage der übrigen Streifen ist in beiden Fällen nicht die gleiche.

Liebermann konstatirte die Abwesenheit des Oorhodeïns in der Galle wie im Blute von Hühnern, Krähen und Dohlen, und ich vermisste es gleichfalls in der Galle und dem Kothe von Astur palumbarius wie von einem Wasserhuhne, sodass man wohl annehmen darf, dass das Oorhodeïn ein eigenartiger, nur temporär sich ausscheidender Secretstoff des Oviducts oder der Kloake ist.

Aber nicht allein in der Färbung und gewissen Lösungsmitteln gegenüber, nicht allein spectroskopisch unterscheidet sich der rothe von dem grünen Eierschalenfarbstoffe, sondern sehr wesentlich auch durch das Nichteintreten der *Gmelin*'schen Gallenfarbstoffreaction, die in Oocyan-haltigen Lösungen stets sicher gelingt. Dieses abweichende Verhalten beider Pigmente entdeckte *Liebermann*, und da das Oorhodeïn in vollständig neutralem Alkohol meist sehr wenig löslich, in saurem Wasser dagegen löslich ist, das Oocyan sich in diesen beiden Punkten gerade umgekehrt verhält, so ist nichts leichter als sich von diesem Thatbestande zu überzeugen.

Auf Zusatz von salpetriger Salpetersäure zu einer sauren Oorhodeïnlösung verschieben sich im Spectrum der letztern anfangs nur die beiden Bänder nach dem Roth zu (Spectr. 2), später beginnt der vordere Streifen zu verblassen (Spectr. 3) und verschwindet schliesslich ganz. In jeder Beziehung anders verhält sich das Bilirubin, mit welchem *Wicke* das Oorhodeïn ohne Weiteres für identisch erachtete. Eine salzsaure alkoholische Bilirubinlösung zeigt im Spectrum (Spectr. 13) zwei Absorptionsbänder, welche sehr ähnlich denen gelagert sind, die eine stärker saure Oorhodeinlösung aufweist; aber in ersterer Flüssigkeit erscheinen die beiden Bänder von annähernd gleicher Dunkelheit, während in sauren Oorhodeïnlösungen der zweite Spectralstreifen durchgängig der dunklere ist. Nach unvollständiger Neutralisation der Säure durch Ammoniak treten in der Bilirubinlösung drei Spectralbänder (Spectr. 14) auf, welche aber wesentlich anders gelagert sind als die einer gleich zubereiteten Oorhodeïnlösung, und nach überschüssigem Ammoniakzusatze ver-

schwinden im Spectrum sogar alle Streifen bis auf Einen wieder (Spectr. 15), der sich allmälig zusehends verbreitert (Spectr. 16).

Mit ähnlich grüner Farbe wie in saurem Alkohol löst sich das Oorhodeïn in Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und nach längerer Zeit auch in Terpentinöl; alle Lösungen zeigen mehr (Terpentinöl) oder weniger (Aether) deutlich die rothe Fluorescenz. Spectroskopische Differenzen zwischen diesen Lösungen und der alkoholischen bemerkte ich nicht; wegen einer zu geringen Farbensättigung der Schwefelkohlenstofflösung blieb mir nur zweifelhaft, ob beim Uebergang des Oorhodeïns in dieses Lösungsmittel die Spectralstreifen doch nicht wohl eine Verschiebung erfahren.

Das Cruentin, mit welchem *Sorby* das Oorhodeïn in Beziehung zu bringen versuchte, wird bekanntlich als identisch aufgefasst mit dem Hämatoporphyrin *Hoppe-Seyler*'s und dem „eisenfreien Hämatin“ anderer Autoren. Behandelt man getrocknetes Blut mit concentrirter Schwefelsäure in der Kälte, so erhält man ein der salzsauren Oorhodeïnlösung sehr ähnlich gefärbtes und gleichfalls fluorescirendes Filtrat, welches auch das nämliche Spectralverhalten wie eine stark saure Oorhodeïnlösung aufweisen kann. Je nach der Dauer der Säureeinwirkung lagern die Spectralbänder in der eisenfreien Hämatinlösung etwas verschieden. Ist die Säureeinwirkung eine längere gewesen, so werden die Streifen oft so situirt gefunden, wie es von mir im Spectr. 1 für das Oorhodeïn dargestellt ist. Obgleich nun aber auch nach dem Alkalisiren in der Hämatoporphyrinlösung vier Bänder deutlich unterscheidbar werden, und dieselben (ebenso wie beim Oorhodeïn) nicht ganz die gleiche Lage einnehmen, wenn eine saure alkoholische statt einer sauren wässrigen Lösung mit Ammoniak überneutralisirt wird, so habe ich doch die Spectralstreifen in der alkalischen Hämatoporphyrinlösung niemals genau so gelagert gesehen als in einer alkalischen Oorhodeïnlösung, welche auf nämliche Art zubereitet war; trotz ihres relativ gleichen Abstandes von einander näherten sich die Bänder in ersterer Flüssigkeit stets um einige wenige Theilstriche unserer Skala mehr dem violetten Ende des Spectrums. Bedenkt man aber, dass die Abscheidung des Oorhodeïns aus den Eierschalen eine ganz andere war als die Darstellung des eisenfreien Hämatins aus dem Blute, dass die Spectralverhältnisse der Lösungen letzteren Farbstoffes den verschiedenen Untersuchern oft auffällige Verschiedenheiten darboten, so, glaube ich, darf als höchst

wahrscheinlich angenommen werden, dass sich aus dem Hämoglobin durch Schwefelsäure ein mit dem Oorhodeïn völlig übereinstimmender Farbstoffkörper erhalten lässt, und dieses vielleicht um so mehr, als ich bei Behandlung von eingetrocknetem Blute mit kalter concentrirter Schwefelsäure, Verdünnen mit Wasser und nach Zusatz von Ammoniak ein Spectrum auftreten sah, welches in allen Einzelheiten dem Spectrum 7 auf unserer Tafel vollkommen glich. Erst, wenn man über das spectroskopische Verhalten des Hämatoporphyrins und der eisenfreien Hämatine überhaupt, mehr im Klaren sein wird, kann es allein für zweckmässig erachtet werden, die Bezeichnung „Oorhodeïn" ausschliesslich für den durch Reagentien unverändert gelassenen Eierschalenfarbstoff zu gebrauchen.

Biliverdin, *Sorby's* **Oocyan und Banded-Oocyan**. Der englische Untersucher der Eierschalenfarbstoffe unterschied darin zwei blaue Pigmente, das Oocyan und das Banded-Oocyan. Obschon ihm die Farbe und die Lösungsverhältnisse beider Pigmente ziemlich die gleichen zu sein schienen, so sollen sich dieselben doch dadurch von einander unterscheiden, dass das Spectrum einer alkoholischen Lösung des Banded-Oocyans auf Zusatz von wenig Salzsäure ein rasch verschwindendes Absorptionsband hinter C aufweist, welches im Spectrum des Oocyans unter denselben Verhältnissen von ihm nie gesehen wurde. [1]) Ausserdem soll sich das Spectrum einer Oocyanlösung auch durch starke Salzsäure nicht bemerkenswerth verändern, sondern erst nach Zusatz von Salzsäure und salpetrigsaurem Kalium ein Absorptionsband erkennen lassen, während im Spectrum des Banded-Oocyans nach Zusatz von starker Salzsäure zwei Streifen erscheinen, welche durch Kaliumnitrit in den gleichen übergeführt werden, den diese Reagentien in einer Oocyanlösung hervorrufen. Ich vermag dieser Auffassung nicht beizustimmen; denn ich beobachtete das Eine Salzsäureband — allerdings weit mehr der D-Linie genähert als *Sorby* angab, und genau so gelagert, wie es in Spectr. 10 von mir dargestellt ist — an alkoholischen Oocyanlösungen,

[1]) Bekanntlich treten im Spectrum einer alkoholischen, ätherischen oder chloroformigen Oocyanlösung keine Absorptionsbänder auf (vergl. Spectr. 9). Ich vermag dem hinzuzufügen, dass auch die gelb- oder blaugrün gefärbten Lösungen des Oocyans in Schwefelkohlenstoff, bei intensivstem Sonnenlichte und successiver Veränderung der Schichtendicke untersucht, nur ganz diffuse Absorptionen am blauen und rothen Rande des Spectrums wahrnehmen lassen.

welche aus den Eierschalen der allerverschiedenartigsten Vögel (Dromaeus, Casuarius, Crypturiden, Corviden, Turdiden, Ardeïnen, Lariden etc.) erhalten worden waren, — vermisste dasselbe jedoch auch oft, ja selbst bei Extraction solcher Schalen, welche mir bei früheren Versuchen Lösungen geliefert hatten, welche das Spectralband sehr wohl zeigten. Specielle Versuche haben mich belehrt, dass das unbestimmte Auftreten dieses Spectralstreifens mit dem Farbstoffgehalte der Flüssigkeit in Beziehung steht, dass möglichst concentrirte Lösungen das Band nach Salzsäurezusatz ständig zeigen, und dass dieses kein anderes ist, als welches man im Beginne der Einwirkung von salpetriger Salpetersäure auf eine Oocyan- oder auf eine Biliverdinlösung zu sehen bekommt. *Sorby* recurrirte bei Feststellung der Eigenschaften des Oocyans auf die spectroskopischen Verhältnisse, welche das Urobilin und das Bilirubin darbieten, und kam dabei zu dem Schlusse, dass letztere beiden Farbstoffe von dem Oocyan spectroskopisch erheblich abweichen, dass das Bilirubin auch wesentlich andere Zersetzungsproducte als das Oocyan liefert. Er glaubt jedoch annehmen zu können, dass das Oocyan ebenso wie das Urobilin von einem Gallenfarbstoffe abstammt, dass das Urobilin nur ein späteres Umwandlungsproduct eines solchen darstellt als das Oocyan. Sehr verwundern muss es, dass *Sorby* verschmähte, einen Vergleich zwischen dem Oocyan und dem Biliverdin zu ziehen. Hatte doch schon *Wicke* das Oocyan *Sorby's* für Biliverdin angesprochen, und auch *Liebermann* weiss keine andere Verschiedenheiten zwischen beiden Pigmenten anzugeben, als dass eine alkalische Oocyanlösung viel gelber als die von Biliverdin ist. Um so mehr glaube ich aber, das von *Liebermann* hervorgehobene verschiedene Verhalten des Oocyans und Biliverdins in alkalischer Lösung auf mehr oder minder bedeutende Beimischungen von Biliprasin beziehen zu dürfen, als ich aus Eierschalen von Drosseln, Raben, Reiher, Habicht, Falken und Dromaeus gefärbte Lösungen wiederholt gewann, welche sich auch in diesem Punkte genau so wie das Biliverdin der Habichtsgalle verhielten.

Wie schon *Liebermann* erörterte, zeigen die Spectren aller Oocyanlösungen ebenso wie die des Biliverdins nach Zusatz von salpetriger Salpetersäure anfangs zwei Absorptionsstreifen (vor und hinter D), die rasch mit einander zu Einem Bande verschmelzen, und welches besonders dann, wenn die Flüssigkeit be-

ginnt blau oder violett zu werden, mit voller Deutlichkeit hervortritt (Spectr. 10); im weitern Stadium der Zersetzung gesellt sich diesem noch ein anderes Spectralband zwischen b und F hinzu (Spectr. 11), welches allein sichtbar bleibt, wenn die Färbung der Flüssigkeit eine purpurrothe geworden ist (Spectr. 12). Ich halte mich deshalb für überzeugt, dass gewisse (und zwar die grün gefärbten) Oocyanlösungen veritabeles Biliverdin (wahrscheinlich aber als ein, erst bei der Entkalkung der Schalen aus einem andern Farbstoffe entstandenes Zersetzungsproduct) führen, von dem das allerdings sonst sich ganz gleich verhaltende blaue Pigment durch die Farbe seiner Lösungen aber schon äusserlich zu auffallend unterschieden ist, als dass es mit dem Biliverdin identificirt werden könnte.

Oochlorin (= Yellow-Ooxanthine *Sorby's*) und **Ooxanthin** (= Rufous-Ooxanthine *Sorby*'s). [1]) Mit dem Oorhodeïn und dem Oocyan ist die Zahl der Farbstoffe erschöpft, welche sowohl *Wicke* wie *Liebermann*, trotzdem auch Dieser Eierschalen des Casuars untersuchte, in Vogeleierschalen erkannten; aber *Sorby* konnte es nicht entgehen, dass sich auch noch andere, spectroskopisch zwar wenig Charakteristisches bietende Pigmente in Eierschalen bei einigen Vogelarten vorfinden, welche er uns gleichfalls zu isoliren und von den übrigen Farbstoffen zu unterscheiden lehrte.

Das Oochlorin kenne ich aus den gelbgrünen Eierschalen von Casuarius galeatus, aus welchen ich dasselbe nach der *Sorby*'schen Methode abschied, indem ich das daneben vorkommende Oocyan durch Behandlung der Schalen mit starker Essigsäure zerstörte. [2]) Auch aus den (erst durch längere Aufbewahrung [?] tief dunkelblau gewordenen) Eierschalen von Dromaeus Novae Hollandiae liess es sich auf diese Weise darstellen. *Sorby's* Rufous-Ooxanthine gewann ich bei demselben Vorgehen aus den Eiern von Crypturus perdicarius. Die Eigenschaften der

[1]) Der einfachern Unterscheidung wegen bezeichne ich *Sorby*'s Yellow-Ooxanthine als Oochlorin und behalte für *Sorby*'s Rufous-Ooxanthine den Namen Ooxanthin ohne Zusatzwort bei.

[2]) Sehr überraschend war für mich der verschiedene Einfluss von Salz- und Essigsäure auf die Blaufärbung an den Eierschalen von Tinamus-Tao, trotzdem dieselben nur Spuren von Oochlorin enthielten. Diese blieben nach längerem Verweilen in ersterer Säure vollkommen blau, beim Liegen in Essigsäure nahm dagegen der blaue Farbenton, soweit die Säure eingedrungen war, schon nach wenigen Minuten erheblich ab.

Farbstoffe waren die von *Sorby* beschriebenen, und es unterschieden sich dieselben in ihren Lösungen [1]) ganz besonders dadurch von denen des Oocyans und Biliverdins, dass sie durch salpetrige Salpetersäure keine Andeutung eines Farbenwechsels erfuhren, sondern damit einfach verblassten und schliesslich sich entfärbten. Chloroform, Aether und Schwefelkohlenstoff nahmen die Pigmente aus ihren essigsauren wässrigen Lösungen nicht auf. Unter dem Einflusse weder von anorganischen Säuren noch von Ammoniak lieferten die alkoholischen oder die essigsauren Lösungen dieser beiden Farbstoffe ein Zersetzungsproduct, welches ein Bandenspectrum aufwies. Auch die Angabe von *Sorby* vermag ich nach meinen Untersuchungen an den Eierschalen von Casuarius und Dromaeus zu bestätigen, dass das Oochlorin weit lichtempfindlicher als das Oocyan ist, denn man sieht die alkoholischen Auszüge der entkalkten Eierschalen von Dromaeus wie von Casuarius bei intensiverer Belichtung sehr bald reiner blau werden.

Dem Oochlorin und Ooxanthin durch ihr unbestimmtes spectroskopisches Verhalten, durch ihre bräunlichgelbe Färbung, durch ihre Unzerstörbarkeit und Abscheidbarkeit aus den Eierschalen mittelst starker Essigsäure ähneln die Pigmente in den Eierschalen mehrererHühner- und Podiceps-Arten. Alle diese Pigmente unterscheiden sich aber dadurch bemerkenswerth von dem Oochlorin der Cursores wie von dem Ooxanthin der Crypturiden, dass dieselben auch in Essigsäure äusserst schwer löslich, in absolutem Alkohol, Chloroform etc. ganz unlöslich sind. In den Eierschalen von Coturnix dactylisonans, Numida meleagris, Meleagris gallopavo, vieler Charadriiden, Scolopaciden und Ardeïden bedingen höchst wahrscheinlich ebenfalls Farbstoffe dieser Classe das bräunlichgelbe Colorit, worüber eine volle Gewissheit wegen des gleichzeitigen Vorhandenseins von Oorhodeïn aber nicht zu erzielen sein wird. Auch keiner dieser bräunlichgelben Farbstoffe, welche ich durch Behandeln der Schalen mit Essigsäure erhielt, gab die *Gmelin*'sche Gallenfarbstoffreaction.

Bei einem rothbraun, ziemlich gleichmässig gefärbten Hühnereie, welches ich in der mir übergebenen Sammlung vorfand, zeigte der Farbstoff, welcher nur an einzelnen Stellen in tiefere Schalenlagen hinabreichte, in mehreren Reactionen eine merk-

[1]) Das Spectrum der essigsauren Lösung sowohl vom Oochlorin wie auch vom Ooxanthin ist auf unserer Tafel in 13 wiedergegeben.

würdige Uebereinstimmung mit dem Urobilin. Erst nach dem Entkalken der Schale war derselbe in Lösung zu bringen, löste sich alsdann aber nicht nur in dem salz- oder essigsauren Wasser, sondern auch in Alkohol und Chloroform. Die salzsaure wässrige Lösung mit Ammoniak überneutralisirt und mit concentrirter wässriger Chlorzinklösung versetzt, gab einen braunrothen Niederschlag, der sich (nach dem Auswaschen mit kaltem wie warmem Wasser und nach dem Auskochen mit Alkohol) in Ammoniak mit rothbrauner Farbe löste; auf Bleizuckerzusatz fiel der Farbstoff rothbraun gefärbt wieder aus. Mit viel Ammoniak versetzt, wurde die ursprüngliche salzsaure Farbstofflösung allmälig hellgelb. Die alkoholische Lösung des Pigmentes gab die *Gmelin*'sche Gallenfarbstoffreaction nicht, sondern verblasste durch die salpetrige Salpetersäure wie die zur Controle benutzte Hydrobilirubinlösung. So sehr ich auch alle Cautelen beobachtete, damit das für Urobilin in saurer Lösung so charakteristische Absorptionsband vor F von mir nicht etwa übersehen werde, und bei diesen Versuchen auch über hinreichend stark gefärbte Flüssigkeiten -- die salzsaure wässrige Lösung war rothbraun, die verdünntere salzsaure alkoholische bräunlichgelb gefärbt — verfügte, so war von dem Spectralstreifen jedoch nichts wahrzunehmen, und auch kein Band hinter b stellte sich ein, als die Flüssigkeit durch Natronlauge alkalisch gemacht wurde. Dieser Farbstoff erwies sich demnach vom Urobilin ebenso sicher verschieden als das Ooxanthin der Crypturiden.

Sorby's **übrige Eierschalenfarbstoffe.** *Sorby* gedenkt in seiner Abhandlung noch dreier anderen Pigmente, welche er aber nur in seltenen Fällen oder so maskirt durch andere Farbstoffe in den Eierschalen vorfand, dass er über ihr Verhalten keine Gewissheit erzielen konnte.

Am interessantesten ist mir seine Angabe, dass die Eier einer schwarzen Spielart der gemeinen Ente durch eine nahezu schwarze Substanz gefärbt werden, für welche er kein Lösungsmittel aufzufinden wusste, und die ihm dem sog. Pigmentum nigrum zu entsprechen scheint.

In sehr vielen Eiern fand sich ferner ein Farbstoff, von dem sich zwar nicht angeben liess, ob er blau, grün oder braun ist, der spectroskopisch sich aber gut manifestirt, und dessen Spectralverhalten sich folgendermassen gestaltet:

	Lage des Absorptionsmaximums der einzelnen Spectralbänder, ausgedrückt durch die Wellenlänge des Lichtes in Millionstel Millimeter		
Sehr vollständiges Spectrum . . .	668	648	628
Nach Zusatz von Ammoniak im Ueberschuss	668		
In schwach saurer Lösung		643	
In stark saurer Lösung		641	

Schliesslich glaubt *Sorby*, dass der von ihm im Pflanzenreiche weit verbreitet gefundene Farbstoff, den er als Lichnoxanthine bezeichnete, in geringer Menge unzweifelhaft auch in den Eierschalen sehr vieler Vogelarten vorkommt.

Ueber diese Farbstoffe konnte ich keine eigene Erfahrungen sammeln; ich begegnete ihnen bei meinen Untersuchungen nicht, vorausgesetzt dass der zweite hier erwähnte Farbstoff nicht in den Spectren 4 bis 7 auf unserer Tafel seinen Ausdruok mitfindet (vgl. S. 113). *Sorby*'s Beschreibung des Lichnoxanthins legt mir den Gedanken nahe, dass dieses ein Farbstoff aus der Classe der Lipochrome [1]) (Rhodophan?) ist, von welchen in Eierschalen nur ganz minimale Spuren aufzutreten scheinen. Ich habe mich vergebens bemüht, in den Schalen Zoofulvin, Coriosulfurin, Picofulvin wie Rhodophan nachzuweisen, und dieses negative Resultat muss um so mehr überraschen, als das Gefieder der bei weitem grössten Mehrzahl der Vögel den Lipochromen seine Gelb-, Grün- und Rothfärbung ausschliesslich verdankt.

Die Verbreitung der einzelnen Eierschalenfarbstoffe unter den Vögeln und ihre Vertheilung in den Eierschalen selbst. Wie die Irrthümer lehren, in welche *Wicke* verfiel, ist es, ohne eine Reihe von Detailuntersuchungen gemacht zu haben, nicht wohl möglich, über die Verbreitung des Oorhodeïns wie des Oocyans eine richtige Anschauung zu erlangen. Nichts ist aber leichter als auf diese gestützt, mit annähernder Gewissheit die An- oder Abwesenheit dieser Farbstoffe für einen bestimmten Fall zu präjudiciren.

Alle fleisch-, oliven- oder lederfarbigen, alle roth, braun oder schwarz punktirten, gesprenkelten und marmorirten, alle aschgrau gefleckten oder gekritzelten Eierschalen enthielten, soviel ich deren auch untersuchte, Oorhodeïn, selten (z. B. bei Opisthocomus cristatus, Gallinula chloropus, Larus

---

[1]) Cf. *Krukenberg*, Zur Kenntniss der Verbreitung der Lipochrome im Thierreiche. Vergl. physiol. Studien. II. Reihe. III. Abth. S. 92.

tridactylus) aber unvermischt mit dem Oocyan. So wird es sich (ausgenommen einige Arten aus der Familie der Crypturiden und vielleicht noch aus ein oder der andern bislang ununtersucht gelassenen Gruppe) zweifellos ganz allgemein verhalten.

Ja selbst in den meisten nur schwach bräunlichgelb gefärbten Eiern (Podiceps minor, Numida meleagris, Meleagris gallopavo) fehlte das Oorhodeïn nicht. In allen grünen und blauen Eierschalen fand sich Oocyan, und nur bei den dunkel- (leder-, oliven- und rost-)farbigen und rothen möchte ich einen speciellen Nachweis dieses Pigmentes in Zukunft für geboten erachten, weil es sich in diesen äusserlich nicht immer bemerkbar macht.

In Schalen mancher nahe verwandter, ja selbst ein und derselben Species begegnet man überraschenden Beispielen von einer gegenseitigen Vertretung dieser beiden Pigmente. So verfügte ich über vier Eier von Uria californica, von welchen das Eine auf schwach blaugrün gefärbter Unterlage gelbbraun gezeichnet war, das Zweite sich durch unregelmässige rothbraune Linien und blauviolette matte Flecken auf einem gelblichen Grunde auszeichnete; auf dem dritten blaugrünen Eie verliefen viele breite schwarzbraune Kritzeln, und bei dem vierten hoben sich von dem gelblich gefärbten Untergrunde Flecken und Schlieren von fast schwarzer Farbe ab. Die sämmtlichen vier Eierschalen waren mehr oder weniger reich an Oorhodeïn, aber nur die alkoholischen Farbstoffauszüge vom dritten und ersten Eie gaben die Gallenfarbstoffreaction, und nur diese Schalen, von welchem letztere (wie die spectroskopische Untersuchung der Farbstofflösungen ergab) die Oorhodeïn-ärmste war, können deshalb zugleich auch Oocyan enthalten haben.

Für die Färbungen der Vogeleierschalen ergaben sich im Vorhergehenden mehrere Gesichtspunkte, welche mit denen, die für die Färbungen des Vogelgefieders gewonnen wurden, [1]) übereinstimmen. Hier wie dort wird auf eine Färbung in einzelnen Fällen ganz verzichtet; an den Federn zwar nur selten oder in abnormen Zuständen (bei albinotischen Formen), ungefärbte Eier (ohne jeden organischen Farbstoff) finden sich dagegen bei vielen Vogelspecies, und rein weisse porcellanartige Eier charakterisiren

---

1) Vergl. *Krukenberg*, Die Farbstoffe der Federn. Vergl. physiol. Studien. I. Reihe. V. Abth. S. 72—99. II. Reihe. I. Abth. S. 151—171, II. Abth. S. 1—42, III. Abth. S. 128—137.

eine grosse Familie, nämlich die der Psittaciden. Dem Zoofulvin und den rhodophanartigen Lipochromen (Zoonerythrin und veritables Rhodophan) der Federn entsprechen in ihrer weiten Verbreitung als Pigmente der Eierschalen das Oorhodein und das Oocyan, von welchem Letzteres den ausgedehntesten Verbreitungsbezirk besitzt. Auf ganz ähnliche Verhältnisse wie bei der Abwesenheit des Oorhodeïns in andersartig gefärbten Eiern gewisser Vogelarten stossen wir auch bei der Verbreitungsweise der gelben und rothen Fettfarbstoffe der Federn, wenn schon hier den verschiedenen Familien bald der eine, bald der andere Farbstoff abhanden kam. So fehlen z. B., wie es scheint, in den Federn der sämmtlichen Trogoniden die gelben Lipochrome, allen Paradiseïden fehlen (nach Ausschluss von Xanthomelus aureus) als Federfarbstoffe die rhodophanartigen Lipochrome, und nur für das Verhalten, wo im Gefieder weder gelbe noch rothe Fettfarbstoffe, sondern statt ihrer schwarze oder eigenartige Pigmente (wie z. B. das Zoorubin, Turacin und Turacoverdin) abgelagert werden, welches uns die Familie der Musophagiden, vielleicht auch ein oder die andere Familie der Raptatores zur Anschauung bringt, bot sich uns bislang bei der Pigmentirung der Eierschalen kein sicheres Analogon, wenn auch nur ein solches in beschränkterem Masse; denn auch in den Eierschalen der Cursores und der Crypturiden erwies sich nur der eine (Oorhodeïn) von den beiden so allgemein verbreiteten Eierschalenfarbstoffen als durchgängig fehlend, dafür, dass auch nur bei irgend einer Art, zugleich das Oocyan mangelt, wurde noch kein sicherer Anhaltspunkt gewonnen; möglicherweise jedoch könnte dieses Verhalten an den Eierschalen von Struthio camelus und einiger Podiceps-Species verwirklicht sein, was aber nur eine Untersuchung frischer Schalen zu entscheiden vermöchte.

Wie sich aber im Gefieder den gelben und rothen Lipochromen Pigmente hinzugesellen können, welche in ihrem Vorkommen auf Vertreter weniger und scharf begrenzter Familien (Zoorubin bei Trogoniden und Paradiseïden, Picofulvin bei Piciden, vielleicht auch bei Rhamphastiden und Bucconiden) beschränkt bleiben, so verfügen auch Repräsentanten einiger Familien unter den Vögeln über ganz specifische Eierschalenfarbstoffe. In dieser Hinsicht sind die Eigenthümlichkeiten der Eierschalenfärbung bei den Cursores (Oochlorin) und den Crypturiden (Ooxanthin) als Beispiele vortrefflich zu verwerthen. Hier mag es

genügen, was über diese bekannt geworden ist, tabellarisch zusammenzufassen; denn so lässt sich, wie ich glaube, zugleich am besten ermessen, dass bei diesen Färbungen das Oocyan eine ähnliche Vertretung durch Oochlorin resp. durch Ooxanthin erfährt als durch das Oorhodeïn in den Eierschalen bei Vertretern der übrigen Vogelfamilien.

Tabellarische Uebersicht

der Verbreitung einzelner Eierschalenfarbstoffe bei Crypturiden und Cursores.

(Die Species, vor deren Namen ein Stern gesetzt ist, untersuchte *Sorby*, die übrigen Angaben beziehen sich auf eigene Untersuchungen).

Crypturiden:

	Oocyan	Ooxanthin	Oochlorin
Crypturus perdicar.	+	< +	0
C. brasiliensis	+	0	0
*C. obsoletus, *C. pileatus, *Nothoprocta curvirostris	+ >	< +	
Tinamus Tao	+	0	Spuren
*T. solitarius	+		< +
*T. robustus	+ >	+ <	+
*Rhynchotus rufescens	+ =	+	
*Calodromas (Tinamotis) elegans		+ <	+

Cursores:

	Oocyan	Oochlorin
Struthio camelus	0 (ob im frischen Zustande?)	+
Casuarius galeatus[1])	+ <	+
*Dromaeus Novae Hollandiae. Frisch gelegt (gelbgrün)	+ <	+
Dromaeus Novae Hollandiae. Längere Zeit aufbewahrt (tief dunkelblau)	+ >	+

[1]) Die Eierschalen von Casuarius Benetti und C. australis enthalten nach *Sorby* vielleicht auch Ooxanthin (Rufous-Ooxanthine *Sorby*'s).

Ein tieferes Verständniss sowohl von der Bildung der Eierschale als auch von der Ablagerungsweise und der Genese der einzelnen Eierschalenfarbstoffe scheint mir nicht nur das vicariirende Auftreten des Oocyans für das Oorhodeïn und der Ausfall des letztern Pigmentes bei der Eierschalenfärbung der Crypturiden und Cursores zu erwecken, sondern auch ganz besonders die verschiedene Vertheilung dieser beiden Farbstoffe in der Eierschale selbst.

Die Meinung von *Wicke* wie von *Liebermann*, dass der Farbstoff bei allen Eiern an der obersten Schicht liege, ist eine unrichtige. Eierschalen zahlreicher Vogelarten (z. B. von Tinamus Tao, Ardea cinerea) sind durch und durch blau, und diejenigen einiger Species sind aussen sogar vollkommen weiss

(Crotophaga ani, Astur palumbarius) oder nur durch Oorhodeïn gebräunt (Buteo vulgaris, Falco tinnunculus, Milvus ater und M. regalis), in der Tiefe dagegen durch Oocyan blau gefärbt. Die durch das Oorhodeïn bewirkte Färbung geht, soweit meine Erfahrungen reichen, allerdings niemals sehr tief. Schon ein schwaches Benetzen der Eier mit verdünnter Salzsäure hebt in vielen Fällen (z. B. bei Uria californica, Coturnix dactylisonans, Falco tinnunculus) die Farbstoffdecke ab, und nur um sehr dunkele Flecken (wie z. B. bei Charadrius, Haematopus, Opisthocomus und verschiedenen Scolopax-Arten) aus den Schalen zu entfernen, bedarf es eines wiederholten Betupfens der Eier mit der Säure.

Dafür, dass das Oorhodeïn und das Oocyan ganz differenten Quellen entstammen, dass sie gesondert, wahrscheinlich an verschiedenen Plätzen, welche das Ei vom Ovarium bis zur Kloake hin passirt, in der Schale fixirt werden, dürfte ausser der Beschränkung des rothen Pigmentes constant auf die Oberfläche, des blauen meist auf die tieferen Schichten der Schale keine andere Thatsache schlagender sprechen als die stets diffuse Vertheilung des Oocyans und Oochlorins im Gegensatze zu der ausnahmslos mehr oder weniger circumscripten des Oorhodeïns. Als typische Beispiele für den letztern Satz erinnere ich an die Kritzeln auf den Eiern von Fringilliden, an die rothen resp. braunschwarzen Ringe am stumpfen Pole vieler Würger-, Schnepfen- und Möveneier, an die schwarzen oder rothbraunen Flecken an den Eiern der Drosseln und Falken. Ganz allgemein ist es der breite Gürtel am stumpfen Eipole oder dieser selbst, welcher bei der Oorhodeïnfärbung der bevorzugte ist. Diesem Gedanken gab bereits 1853 *R. Leuckart* [1]) in folgenden Sätzen Ausdruck: „Die Farben, die bekanntlich die Kalkschale der meisten Vögel und auch einiger Eidechsen, z. B. des Tequixin, so auffallend auszeichnen und zu den äusseren Verhältnissen des jedesmaligen Vorkommens eine unverkennbare teleologische Beziehung haben, werden nach den Beobachtungen von *Carus* gleichfalls schon im Eileiter, vor dem Uebertritte in die Kloake angelegt. Nach ihrer Genese scheinen sie doppelter Art zu sein. Die einen, die der ganzen Fläche der Kalkschale ein uniformes Aussehen geben, rühren wahrscheinlich von ge-

---

[1]) *Leuckart, R.* Artikel „Zeugung" in *Rud. Wagner*'s Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV, S. 895.

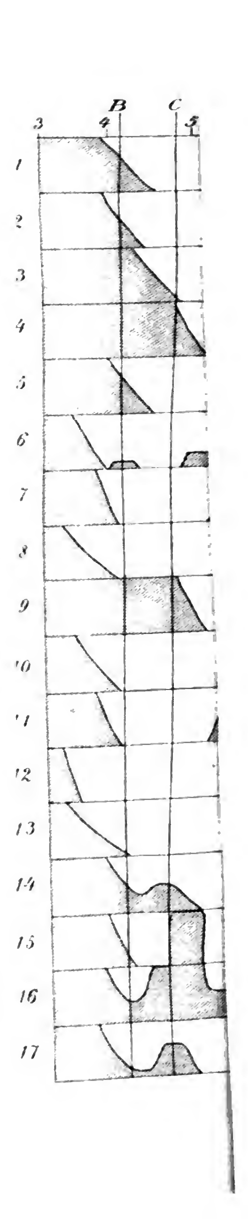
wissen specifischen Pigmenten her, die dem abgesonderten Kalke sich beimischen, die anderen dagegen, die gewöhnlich als Flecken oder verästelte Linien auftreten, von einem mehr oder minder veränderten Blutfarbestoff, der durch die angeschwollenen Gefässe des Oviductes hindurchtritt und auf der Oberfläche der Eier sich abdrückt. In den ersten Fällen ist es die grüne, in den anderen die rothe Farbe mit ihren mannigfachen Nuancen, die vor allen übrigen vorherrscht."

In der That scheint, wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, eine nähere chemische Beziehung zwischen dem Oorhodeïn und dem Hämoglobin als zwischen diesem und dem Oocyan zu bestehen, welches Letztere sich als ein sog. veritabler Gallenfarbstoff auswies. Davon, dass das Oorhodeïn als Hämoglobin, Bilirubin oder Hämatoïdin in den Eierschalen vorgebildet ist, kann selbstverständlich keine Rede mehr sein.

Erklärung der Spectren.

1. Oorhodeïn in stark saurer Lösung.
2. und 3. Dieselbe Lösung nach Zusatz von salpetriger Salpetersäure in verschiedenen Stadien der Veränderung.
4. Oorhodeïn in schwach saurer und fast neutraler Lösung.

   Während die Position der übrigen Absorptionsstreifen in diesem Spectrum constant gefunden wird, zeigt das Band vor D in verschiedenen Lösungen oft eine wechselnde Lage und fehlt meistens ganz, wenn die Lösung so gewonnen ist, dass den Eierschalen nach vorausgegangener Extraction mit Salzsäure-haltigem Wasser das rückständige Oorhodeïn durch Alkohol entzogen wurde.
5. Eine gleiche Lösung als 4, welche deutlich eine Abstufung im Grade der Dunkelheit am zweiten Absorptionsstreifen erkennen lässt.
6. Oorhodeïn in dem salzsauren wässrigen Auszuge der Eierschalen von Haematopus ostralegus durch überschüssiges Ammoniak gefällt und in Suspension befindlich untersucht.
7. Das durch Ammoniak gefällte Oorhodeïn durch Alkohol- und Chloroformzusatz theilweise wieder gelöst.
8. Essigsaure Lösung des Oochlorins aus den Eierschalen von Casuarius galeatus. Die schraffirte Linie zeigt die Absorptionsgrenze im Spectrum einer essigsauren Lösung des Ooxanthins aus den Eierschalen von Crypturus perdicarius an.
9. Alkoholische Oocyanlösung.
10. Dieselbe nach Salpetersäurezusatz. Stadium, in welchem das Band vor D allein erscheint, indem der Streifen dicht hinter D bereits verblasst, das Band zwischen b und F noch nicht aufgetreten ist.
11. Dieselbe nach längerer Einwirkung der Salpetersäure.
12. Dieselbe nahe dem Endpunkte der Reaction.
13. Bilirubin in salzsaurer alkoholischer Lösung.
14. Dieselbe Flüssigkeit durch Ammoniak unvollständig neutralisirt.
15. und 16. Salzsaure alkoholische Bilirubinlösung mit Ammoniak alkalisirt. Verschiedengradig verändert.
17. Durch Oorhodeïn tief dunkelbraun gefärbter stumpfer Pol eines Scolopax-Eies bei seitlich auffallendem Lichte spectroskopirt.


B
C
3
4
5
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Ueber Variabilität in der Entwicklung der Geschlechtsorgane beim Menschen.

Von

RICHARD GEIGEL.

(Aus dem anatomischen Institut des Geh.-Rath v. Kölliker in Würzburg.)

(Mit Tafel VI und VII.)

Unter allen interessanten Kapiteln, an denen die Entwickelungsgeschichte des Menschen, Dank den Bestrebungen zahlreicher hervorragender Forscher, trotz ihrer Jugend schon so reich ist, erscheint wohl als eines der anziehendsten die Darlegung der Anlage und Entwicklung derjenigen Organe, deren spätere vollendete Ausbildung einen so tiefgreifenden Gegensatz der Individuen darstellt, wie er in dem Bestehen des männlichen und weiblichen Geschlechts gegeben ist.

Dass jedoch die diesen Gegenstand in erster Linie darstellenden Geschlechtsorgane beim Menschen, und von diesem allein soll hier die Rede sein, gewisse Aehnlichkeiten mit einander haben, Analogieen in der Form (Clitoris und Penis) selbst für die rohe Betrachtung, sowie in der Funktion (Ejaculation des Sperma, Ausstossung des Secretes der Bartholinischen Drüsen), ist seit den längsten Zeiten bekannt, nicht minder, dass, einen sehr kleinen Bruchtheil aller Individuen darstellend, sich solche finden, bei denen sich diese Aehnlichkeiten zu höheren Graden entwickelt haben, in seltensten Fällen sogar die Kluft, die zwischen männlichen und weiblichen Organen sich ausspannt, als Mittelglieder zu überbrücken scheinen. Die Sage vom Entstehen des Hermaphroditus durch nicht mehr getrennte Vermischung einer carischen Nymphe mit dem Sohne des Hermes und der Aphrodite kennzeichnet allein schon den hoffnungslosen Standpunkt, den das Alterthum der Erklärung und Deutung solcher längst gekannter Dinge gegenüber einnahm.

Aber auch jetzt noch sind wir ja, wenn man nach dem Grunde fragt, warum der eine Embryo sich zu einem männ-

lichen, der andere zu einem weiblichen Wesen gestaltet, warum ferner in der überwiegend grossen Mehrzahl der Fälle dieser Gegensatz stricte durchgeführt wird, während eine verhältnissmässig verschwindend kleine Zahl von Einzelwesen zu Zwittern in extremen Fällen werden, für die wir immer noch die mythische Bezeichnung Hermaphroditen fortführen: so sind wir ja durchaus noch nicht in der Lage, darauf überhaupt eine Antwort zu geben, doch hat über das Wie des Geschehens die Embryologie schon ein recht erfreuliches Licht verbreitet.

Bekanntlich sind sowohl beim männlichen als auch beim weiblichen Embryo in einem sehr frühen Stadium die Organe angelegt, die bloss beim entgegengesetzten Geschlecht normaler Weise ausgebildet werden und zur Funktion gelangen. Abgesehen davon, dass die Geschlechtsdrüse anfangs indifferent sich darstellt und es ihr Niemand ansehen kann, ob ein Eierstock oder ein Hoden daraus wird, so besitzt der nämliche Embryo in einem frühen Stadium zugleich seine *Wolff*'schen Gänge (die Anlage der Samenleiter) und seine *Müller*'schen Gänge (die Anlage von Eileitern, Uterus und Scheide). Thatsache ist nun, dass im Embryo von einem gewissen Zeitpunkt an die einen Organe anfangen, sich weiter auszubilden, während die andern eine zeitlang vergebens Schritt zu halten suchen, in ihrer Entwicklung stille stehen und dann, als ohne Zweck und wie nicht mehr zur Existenz und Ansprucbnahme der ernährenden Kräfte, die der Fötus so nothwendig braucht, berechtigt, sich zurückbilden und nach und nach verschwinden. Doch bleiben als verkümmerte Reste noch übrig: beim Manne normalerweise zeitlebens der sogenannte uterus masculinus (vesicula prostatica) als Ueberrest der *Müller*'schen Gänge; beim Weibe hat Ueberreste der *Wolff*-schen Gänge *v. Kölliker*[1]) noch bei reifen Embryonen im lig. lat. gefunden. Das Ausführlichste, was über diese Ueberreste der *Wolff*'schen Gänge bei weiblichen Embryonen bis jetzt veröffentlicht worden, rührt von *Beigel*[2]) her, der es leider nur in einer „vorläufigen Mittheilung" niedergelegt hat. Die in ihr mitgetheilten Beobachtungen konnte auch *v. Kölliker*[3]), der die Prä-

1) *v. Kölliker*, Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. I. Aufl. S. 447.

2) Zur Entwicklungsgeschichte des *Wolff*'schen Körpers. Vorläufige Mittheilung von Dr. *Hermann Beigel* in Wien. (Separatabdruck aus d. Centralblatt f. d. med. Wissenschaft. 1878. Nr. 27.)

3) *v. Kölliker* l. c. II. Aufl. S. 987.

parate selbst gesehen, bestätigen. Der „vorläufigen Mittheilung“ *Beigel's* entnehme ich das auf den *Wolff*'schen Gang Bezügliche:

„Ein Theil des *Wolff*'schen Körpers und der wohlerhaltene *Wolff*'sche Gang persistiren, wie es scheint, regelmässig (bis jetzt in 5 darauf untersuchten Fällen beobachtet) bei vollkommen ausgebildetem embryonalen Uterus und Adnexis. An durch Uterus und Ovarien fast reifer menschlicher Früchte geführten mikroskopisch dünnen Querschnitten fanden sich die Uteruswände rechts und links zu beiden Seiten der Uterinhöhle von je einem Gange durchsetzt, welcher den Rest des *Wolff*'schen Ausführungsganges darstellt. Derselbe verläuft jederseits vom Fundus uteri bis in den Cervix und selbst in die Scheide und lässt sich schliesslich bis ins Parovarium verfolgen.“ — — — —

„Somit ist der Beweis geliefert, dass bei beiden Geschlechtern sich *Müller*'scher und *Wolff*'scher Gang mindestens bis zur Geburt intact erhalten.“

Aber auch nach dieser Mittheilung wusste man nicht, wie die *Wolff*'schen Gänge sich zurückbilden, wann dies geschehe und vollendet sei, wann man noch Chancen habe, Reste von ihnen im Geschlechtsapparat weiblicher Embryonen aufzufinden und wo man solche im betreffenden Stadium der Entwicklung zu suchen habe.

Um vielleicht zur Lösung dieser Fragen etwas Weniges beizutragen, wurde ursprünglich die hier vorliegende Arbeit unternommen, bei der allerdings der Ausspruch *v. Köllikers*,[1]) „dass es überhaupt einer genauen und mühsamen Untersuchung bedürfen werde, um zu ermitteln, wann und wie diese Gänge schwinden“, sich als durchaus gerechtfertigt erwies. Wirklich ist es mir nach langem Arbeiten keineswegs gelungen, dies thatsächlich zu ermitteln, und nur einen kleinen Schritt vorwärts diesem Ziele entgegen habe ich thun können. Dies und eine Reihe anderweitiger Beobachtungen bezüglich der Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane beim Menschen haben mich veranlasst, solche unter dem gemeinsamen Gesichtspunkte zusammenzufassen, unter dem sie mir erschienen, und einen unter dem Titel zu veröffentlichen, den diese kleine Abhandlung zu führen sich vermisst.

---

[1]) l. c S 987.

Aber trotz aller Abschweifungen, die das gelegentliche Auffinden neuer oder weniger genau gekannter Thatsachen erheischte, wurde im Gang der Untersuchung das ursprüngliche Ziel der Arbeit: das Nachspüren nach Art und Zeit des Schwindens der Urnierengänge beim weiblichen Embryo doch immer in den Vordergrund der Untersuchungen gestellt, bei denen ich mich, wie ich hier mit grösstem Dank ausspreche, stets der Hilfe durch Rath und That von Seite der Herren Geheimrath Dr. *v. Kölliker* und Prosector Dr. *Philipp Stöhr* zu erfreuen hatte.

Es soll nun zunächst der Gang der Untersuchung in folgenden Zeilen kurz beschrieben werden, eine zusammenfassende Verwerthung der gewonnenen Resultate in oben angedeutetem Sinne wird am Schlusse folgen.

Das erste Untersuchungsobject bot der ganze Genitaltractus (Eierstöcke, Eileiter, Uterus und Scheide) eines 6 monatlichen menschlichen Embryo dar, der nach dem gewöhnlichen Verfahren in Chromsäure gehärtet, mit Pikrinsäure behandelt, dann mit Carmin gefärbt worden war.

Da es wahrscheinlicher erschien, dass der *Wolff*'sche Gang in den peripheren Theilen rascher zur Rückbildung gelange, als in den centralen, so wurde, um die Auffindung desselben zu beschleunigen, der Uterus durch einen Transversalschnitt in eine obere und untere Hälfte zertheilt, und zunächst die obere auf dem Mikrotom in parallele Querschnitte von 0,03 mm Dicke zerlegt.

Der Uterus stellte sich auf dem Querschnitte als ein Oval dar, mit dem grössten Durchmesser (3.22 mm) von rechts nach links, mit dem kleinsten (2,60 mm) von vorn nach hinten. Die Wandungen sind 1,20 mm dick, so dass für die Breite der Uterusböhle ca. 0,2 mm bleiben, doch schwankt diese Weite bis zu 0,7 mm. Die Wandungen zeigen vielfach Ausbuchtungen und Falten, Recessus bildend, die auch nach oben und unten sich umschlagen, so dass sie in manchen Querschnitten, als mit Uterusschleimhaut ausgekleidete Lücken im Parenchym des Uterus erscheinen. Das Innere des Uterus ist mit einem schönen Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Dicke zwischen 18 und 35 μ schwankt. Gefässe sind, namentlich wo die ligamenta lata sich an den Uterus ansetzen, stark entwickelt. (Wie sich bei Untersuchung der unteren Hälfte dieses Genitalkanals herausstellte — s. unten — gelten diese Angaben für einen der Scheide sehr nahen Theil des Uterus.)

Weiter nach oben nimmt der Querschnitt des Uterus eine mehr dem Kreis ähnliche Form an mit den Durchmessern von 3,0 mm von rechts nach links und von 2,8 mm von vorn nach hinten, die Falten der Uterusschleimhaut vermindern sich an Zahl, um schliesslich ganz zu verschwinden, die Uteruswände nehmen an Dicke ab. Alle diese Angaben beziehen sich auf den Cervix uteri, der in diesem Stadium der Entwicklung an Grösse bei Weitem den eigentlichen Uteruskörper überwiegt; diesen trifft man, nach Form und Grösse der Querschnitte zu schliessen, erst nahe der Stelle, wo sich die Uterushöhle in zwei, den Uterushörnern entsprechende theilt. Unmittelbar unter dieser Stelle sind die Uteruswandungen 0,8 mm dick (also nur $^2/_3$ so dick als im Bereich des Cervix), dagegen misst der ganze Uterus von rechts nach links hier 4,8 mm und 3,8 mm von vorn nach hinten, die erstere Dimension hat also beträchtlich mehr zugenommen als die zweite, so dass hier wieder der Uterus deutlich von vorn nach hinten abgeplattet erscheint. Die Theilung des Uterus in seine zwei Hörner, erstreckt sich blos auf seine Höhlung, äusserlich sind die beiden Hörner immer noch durch eine Brücke Parenchym mit einander verbunden, so dass der Uterus an seinem obersten Ende zwar stark abgeplattet und von vorn und hinten eingekerbt, doch nicht als getheilt erscheint.

Obwohl auch noch beide Eileiter und die Eierstöcke geschnitten wurden, jeder Schnitt auf's genaueste durchsucht wurde, konnte dennoch nirgends eine Spur vom *Wolff*'schen Gange darin aufgefunden werden Es wurde desswegen die Untersuchung der unteren Hälfte dieses Genitalkanals bis auf Weiteres verschoben, und um nur einmal Anhaltspunkte für weiteres Nachforschen zu gewinnen, zur Untersuchung eines 4 monatlichen menschlichen Embryo geschritten, bei dem man doch sicherer hoffen durfte, auf Reste des Ganges zu stossen.

Zu diesem Zwecke wurde das ganze untere Rumpfende, enthaltend die äusseren Genitalien, Scheide, Uterus, Eileiter und Eierstöcke, vorn mitsammt der äusseren Haut, hinten mit der vorderen Darmwand, endlich mit allen Ligamenten auf die oben angegebene Weise behandelt und dann in eine Serie von Querschnitten zerlegt, deren Dicke theils 0,03 mm, theils 0,04 mm, selbst 0,05 mm betrug.

In dem Stadium in dem sich bei einem 4 monatlichen Embryo die untersuchten Organe befinden, stossen topographische An-

gaben auf gewisse Schwierigkeiten. Es ist z. B. schwer anzugeben, wo, in welcher Höhe im Genitaltractus der oder jener Schnitt angelegt, diese oder jene Verhältnisse gefunden worden. Es gehen nämlich in diesem Stadium wenigstens äusserlich Scheide und Uterus ganz unmerklich in einander über, ein Unterschied in Dicke und Structur der Wandungen ist nicht gegeben, oder so wenig markirt, dass man danach keine Grenze zwischen beiden sicher bestimmen kann, von einer Vaginalportion ist noch gar keine Rede. Die Form der Höhle des Uterus-Scheidekanals, die noch eher hiefür verwendbar wäre (und es, wie unten gezeigt werden soll, auch wirklich ist) ist noch gar nicht beschrieben, soll im Gegentheil erst in der Darlegung folgender Beobachtungen des Näheren beschrieben werden. Auch wo man den unteren Anfang des sinus urogenitalis hinverlegen will, könnte willkührlich erscheinen, da verschiedene denselben umgrenzende Gebilde verschieden tief hinunterragen.

Für die Topographie sind desshalb in Folgendem als leitende Punkte aufgestellt worden:

1. Der Anfang des sinus urogenitalis von unten auf wird in den Schnitt verlegt, in welchem man zuerst eine continuirliche, nirgends auch nur durch einen Spalt unterbrochene Umgrenzung desselben durch Clitoris, Labien und die hintere Commissur wahrnimmt.

2. Als feste Marke wird der Punkt angenommen, an dem Genitaltractus und Harntractus deutlich geschieden sind (oberes Ende des sinus urogenitalis),

3. an dem sich die Uterushöhle und

4. an dem sich der Uteruskörper in zwei deutlich getrennte Gebilde (die Hörner) theilt.

5. Der deutlichste Gegensatz zwischen Uterus und Scheide scheint an dem Verhalten des die Höhlung auskleidenden Epithels erkennbar zu sein, indem ziemlich plötzlich die flachen Pflasterepithelzellen der Scheide dem hohen, schön ausgeprägten Cylinderepithel des Uterus Platz machen.

6. Das Verhalten der Clitoris resp. ihrer beiden Schenkel sowie der von vielen Schnitten getroffenen aufsteigenden Schambeinäste könnten gleichfalls für vergleichende Angaben brauchbare Marken abgeben.

Es folgt nun die Darlegung der mit Berücksichtigung dieser Punkte gewonnenen Resultate, wobei noch zu bemerken ist, dass

sämmtliche Schnitte von ihrer unteren Seite gesehen sind, also das, was in Wirklichkeit rechts liegt, im Bilde links zeigen und umgekehrt. Im Folgenden beziehen sich alle Angaben, wenn nicht ausdrücklich anders bemerkt, auf die scheinbare Lage im Bilde.

Durch die untersten Schnitte wurde die Glans clitoridis getroffen, die etwa 0,1 mm über ihrem stumpfspitzigen Ende bereits den stattlichen Durchmesser von 1,1 mm bei fast kreisrundem Querschnitte zeigte. Während bei den alleruntersten Schnitten das Praeputium grösstentheils verloren gegangen war und man hier fast nur constatiren konnte, dass die Glans clitoridis mit einem sehr dicken geschichteten Pflasterepithel umgeben sei, dass die Spalte zwischen den erhaltenen Bruchstücken des Präputiums und der Clitoris durch Epithelzellen erfüllt sei, gestattete das nach den 2 bis 3 untersten Schnitten vollkommen erhaltene Präputium ein genaues Untersuchen seiner Verhältnisse. Da eine Untersuchung über die Entwickelung des Präputium clitoridis überhaupt noch nicht vorliegt, so dürften die hiebei gemachten Beobachtungen vielleicht einiges Interesse verdienen.

Das Präputium clitoridis wird gebildet von einer Cutislage, die auf der hinteren Seite der Clitoris mit dem Gewebe derselben auf allen Schnitten sich als zusammenhängend erweist. An den untersten Parthien der Glans clitoridis umgibt es diese auf den Seiten und vorne und ist von ihr hier durch eine Spalte getrennt. Es hat den Anschein, als ob aus dem Bindegewebe der Clitoris hinten rechts und links je ein Fortsatz ausgezogen und um das ganze Organ nach vorne umgeschlagen worden wäre, um sich mit dem ihm entgegenkommenden Fortsatz der anderen Seite zu vereinigen. Sowohl die äussere Seite der Glans clitoridis, als die innere des Präputiums ist mit einem geschichteten Pflasterepithel bedeckt, das somit die oben erwähnte Spalte zwischen Präputium und Glans clitoridis auskleidet. Nach aussen ist das Präputium ebenfalls mit einem geschichteten Pflasterepithel überzogen, das nach hinten zu die Begrenzung der Clitoris gegen Sinus urogenitalis darstellt, da ja die mittlere bindegewebige Schicht der Vorhaut mit der Clitoris durchaus zusammenhängt. Diese äussere Epithelbekleidung zieht sich auf der hinteren Seite der Clitoris in den untersten Parthien derselben spaltenförmig tief gerade nach vorne in dieselbe hinein,

eine Furchung der Clitoris bewirkend. Diese Spalte ist aber durch enges Aneinanderliegen ihrer Wände vollkommen geschlossen. Vollständig verklebt durch Epithelzellen ist ferner auch die Spalte zwischen Vorhaut und Clitoris in ihrer ganzen Ausdehnung. Es stellt dies ein interessantes Analogon dar mit einer Beobachtung von *Schweigger-Seidel*[1]) wonach bei männlichen Embryonen, und zwar hier erst vom fünften Monat an Praeputium und Glans penis verklebt sind.

Auch das reichliche Auftreten von rundlichen aus concentrisch geschichteten Epithelzellen bestehenden Körpern in der Präputialspalte, deren *Schweigger-Seidel* in der citirten Arbeit Erwähnung thut, konnte ich constatiren. *Schweigger-Seidel* hält diese Körper für ein Lösungsphänomen und hiemit würde meine Beobachtung sehr gut stimmen, dass diese Körper in bei weitem grösserer Zahl nahe dem untersten Ende der Glans als weiter oben getroffen werden. Denn eine Trennung der Vorhaut von der Glans müsste aller Wahrscheinlichkeit von unten ihren Anfang nehmen und nach oben fortschreiten. Je weiter nach oben man mit den Querschnitten gelangt, desto vereinzelter treten diese concentrisch geschichteten Körper auf, bis sie ganz verschwinden, desto enger wird die Spalte und desto mehr ziehen sich die Enden derselben von hinten nach vorn. Während die Präputialspalte unten hufeisenförmig die Clitoris von vorn und den beiden Seiten umfasst, erscheint sie weiter oben auf dem Querschnitt als ein Halbmond, der auf den Seiten nur wenig nach hinten ragt. Dagegen gewinnt das Präputium selbst an Dicke, und von seinen beiden Seiten ziehen sich nach hinten zu zwei lange Fortsätze, aussen wie innen mit geschichtetem Pflasterepithel überzogen. Sie werden von aussen umfasst von den grossen Schamlefzen, vereinigen sich mit denselben und stellen so die vordere seitliche Begrenzung des Sinus urogenitalis als Labia minora dar. Weiter oben besitzt die Clitoris ein fast bis an die hintere Commissur reichendes Frenulum. Nerven und die sehr reichlich entwickelten Gefässe der Clitoris sind deutlich erkennbar.

Der Sinus urogenitalis wird durch 53 Schnitte der Quere nach getroffen, und da jeder derselben 0,03 mm dick ist, so be-

---

1) Zur Entwickelung des Präputium. *Virch.* Arch., Bd. 37.

rechnet sich seine Länge auf 1,59 mm.[1]) Dann beginnt die deutliche Differenzirung zwischen der Harnröhre und dem Genitalkanal. Es erscheint die Harnröhre (Fig. 1 u)[2]) wie die unmittelbare Fortsetzung des Sinus urogenitalis als offener Kanal, während sich hinter ihr ein durch das Hymen (h), durch Epithel und Schleim verschlossener Kanal die Scheidenhöhlung (v) zeigt, von vorn nach hinten 0,3 mm, von rechts nach links 0,2 mm messend. Es liegt diese Höhlung in einem Gebilde, das nach aussen sich von seinen Nachbarorganen nicht besonders scharf abgrenzt. Dieses Gebilde (in Fig. 1 nicht ganz gezeichnet), die unterste Parthie der Scheide hat einen Durchmesser von 0,65 mm von rechts nach links und von 0,32 mm von vorn nach hinten, also etwa auf dem Querschnitt ein Oval mit der längsten Axe von rechts nach links darstellend. Das Hymen erscheint von der hinteren Scheidewand, mit breiter Basis aufsitzend, zungenförmig bis über die Mitte der Höhlung vorspringend. Etwa 0,42 mm über dem Beginn der Scheide erscheint der Querschnitt der Scheidenhöhle Tförmig, und zwar gehen die beiden horizontalen T-schenkel von rechts nach links, auf ihnen steht der vertikale senkrecht und geht nach hinten (Fig. 2a)[3]). Jeder der drei Schenkel ist 0,16 mm lang, die Scheidenhöhlung (sh) ist 0,05 mm breit, aber ganz von Epithelzellen erfüllt; keine Spur eines wirklichen Lumens ist bemerkbar. Es reiht sich diese bisher noch nicht bekannte Thatsache des Verschlossenseins der Vagina an verschiedene länger bekannte Beispiele verschlossener Höhlen beim Embryo an.

Die äusseren Nasenlöcher sind nach *v. Kölliker*[4]) im 3. Monat durch einen gallertigen Pfropf geschlossen, der nach dem 4. Monate wieder vergeht und von einer Epithelwucherung gebildet wird. Nach demselben Autor[5]) besitzt der äussere Gehörgang bei Embryonen des Menschen und von Säugern keine Lichtung und ebenso ist auch die äussere Ohröffnung geschlossen und zwar an beiden Orten durch die stark wuchernde Epidermis.

---

1) Nach *v. Kölliker*, l. c. p. 991, beträgt die Länge des Sin. urogen. beim 4 monatlichen Embryo 2,5 mm.

2) 90 fache Vergrösserung.

3) 90 fache Vergrösserung.

4) Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl. p. 767.

5) l. c. p. 753.

Es tritt ferner nach *Schweigger-Seidel*[1]) durch wirkliche Verwachsung der Epithelien bei den Augenlidrändern ein Verschluss der Augenlidspalten in 3—4 Monaten ein. Hierzu kommt noch die vom nämlichen Autor[2]) gefundene Verklebung des Präputium mit der Glans penis und die Verschliessung der Urethra bei männlichen Früchten.

An diese Thatsachen reihen sich die beiden neuen von mir gefundenen des Verschlusses der Scheide beim 4monatlichen, und wie ich vorausschicken will (siehe unten), auch beim sechsmonatlichen Embryo, sowie die beschriebene Verklebung zwischen Vorhaut und Clitoris an. Einen Verschluss der Urethra bei weiblichen Embryonen, wie ihn *Schweigger-Seidel* bei männlichen gefunden, konnte ich bei keinem der von mir untersuchten weiblichen Embryonen constatiren.

Der oben beschriebene Verschluss der Vagina erhält sich in ziemlich grosser Ausdehnung. Während die Scheide sich immer mehr von vorn nach hinten abplattet, behält der Querschnitt der Scheidenhöhle seine Tförmige Gestalt bei, bis zur Höhe, wo sich die Crura clitoridis umbiegen, 0,72 mm über dem untersten Ende der Scheide; hier hat die Scheide von vorn nach hinten einen Durchmesser von 0,5 mm, von rechts nach links von 0,96 mm. Indem der nach hinten gehende Schenkel der Tförmigen Scheidenhöhlung immer kürzer wird (Fig. 3a)[3]), strebt diese immer mehr einer flach Sförmigen Gestalt zu, die sie in der angegebenen Höhe wirklich erreicht. Die Maasse der Höhlung sind hier von rechts nach links 0,6 mm, von vorn nach hinten 0,05 mm. Ausgekleidet ist sie von einem Pflasterepithel, dessen rundlich polygonal abgeplattete Zellen einen Durchmesser von 10 μ besitzen und die ganze Höhlung dergestalt erfüllen, dass auch hier kein Lumen sichtbar ist.

0,96 mm über dem Beginn der Scheide besitzt diese selbst Dimensionen von 0,4 mm von vorn nach hinten und von 1,08 mm von rechts nach links. Die Höhlung ist spaltförmig, fast geradlinig von rechts nach links verlaufend, etwas nach vorn concav, misst 0,82 mm und 0,02 mm; noch ist kein Lumen sichtbar. Von jetzt an beginnt allmälig die Mitte der Spalte sich zu erweitern,

1) *Schweigger-Seidel:* Ueber die Vorgänge bei Lösung der mit einander verklebten Augenlider des Fötus. *Virch.* Arch. Bd. 37.

2) L. c.

3) 90fache Vergrösserung.

und von ihr aus wird sich weiter oben ein wirkliches Lumen nach beiden Seiten ausdehnen.

Reste des Wolff'schen Ganges.

In einer Höhe von 1,52 mm über dem untersten Ende der Scheide wurde, etwas hinter dem linken Ende der Scheidenhöhle, im Parenchym der Scheide der Querschnitt eines Kanals von rundlich dreieckiger Form gefunden, mit dem grössten Durchmesser von 0,08 mm, ausgekleidet von einem schlecht erhaltenen durch die Präparation grossentheils abgelösten Cylinderepithel. Auf der correspondirenden rechten Seite zeigt sich ein rundlicher Haufen Epithelzellen, etwa von gleichem Durchmesser, um den sich die Zellen des umgebenden Scheidenparenchyms ringförmig gruppiren.

Im nächsten Schnitte, 0,04 mm weiter oben zeigt der nun 0,01 mm weite linke Kanal eine deutliche Epithelauskleidung, rechts erscheint ein wenig kleineres Lumen (0,06 mm im Durchmesser), ausgekleidet von einer Lage 0,01 mm hoher Cylinderzellen, die sich weniger gefärbt haben als die Zellen der Scheidewand.[1]) Das Lumen enthält ein Convolut kleiner Epithelzellen. Fig. 4 stellt bei wg die beiden Gänge in der Scheide liegend bei 25facher Vergrösserung dar.

Der linke Gang erhält sich in einer Ausdehnung von 0,16 mm, dann ist im nächstfolgenden Schnitte von ihm nichts mehr zu erkennen, als ein Haufen Epithelialzellen, als sein oberes blindes Ende. Dagegen bietet hier der Querschnitt des rechten Ganges das Bild eines ziemlich regelmässigen Ovals dar, mit seinem längsten Durchmesser von vorne innen, nach hinten aussen gerichtet. Das Lumen hat die bezüglichen Durchmesser von 0,095 mm und 0,055 mm, die Cylinderepithelzellen, die hier ziemlich schön entwickelt sind, haben eine Höhe von 20 μ und sind nach aussen umgeben von einer 6—8fachen Lage ringförmig angeordneter Zellen des Scheiden-Parenchyms, so dass die Dimensionen des ganzen Gebildes, wollte man den von der Scheide dazu gelieferten Antheil hinzurechnen, die beträchtlichen Ziffern von 0,175 mm im längsten und 0,150 mm im kürzesten Durchmesser betragen würden. (Zu Fig. 5, welche diese Verhältnisse bei

---

[1]) In Fig. 4, welche die Gänge bei sehr schwacher Vergrösserung zeigt, ist die Epithelialauskleidung nur der Deutlichkeit halber dunkler gezeichnet.

200facher Vergrösserung darsellt, ist zu bemerken, dass wegen Veränderungen in den Dimensionen der Scheidenhöhle (sh), die seitlichen inneren Scheidewände schräg getroffen sind, die Pflasterepithelzellen sich also am Rande als mehr oder weniger der Fläche nach getroffen darstellen.) Allmälig nimmt das Kaliber dieses Ganges nach oben zu ab, er verschmächtigt sich immer mehr, bis zu 40 µ Durchmesser, verliert dabei sein Lumen, bis sein oberes blindes Ende als ein kleines Häufchen von Epithelzellen sich darstellt. Die Länge dieses ganzen Ganges beziffert sich auf 0,96 mm.

Zur Topographie sei noch bemerkt, dass von den Schnitten, die durch die *Wolff*'schen Gänge gehen, noch getroffen werden: die Harnröhre (Fig. 4 u), die hier ein nach aussen viel besser abgegrenztes Organ darstellt als die Scheide v, einen äusseren Durchmesser von c. 1,30 mm besitzt und ein Lumen von 1,0 mm einschliesst; die Wandung derselben besteht grösstentheils aus circulär angeordneten glatten Muskelfasern. Unmittelbar vor der Harnröhre sind ungemein grosse Gefässräume getroffen, sie liegen zwischen und hinter den beiden quer getroffenen aufsteigenden Schambeinästen (op). Diese bestehen aus jungem hyalinen Knorpel mit Zellen von 5 µ Durchmesser, die am Rande des Knorpels ungleich gedrängter liegen, als in der Mitte. Hinter der Scheide ist noch die vordere Darmwand (r) zu sehen, mit sehr schönen schon secernirenden Drüsen. Seitwärts sind quergestreifte Muskeln, die sich an die Schambeine inseriren, resp. von ihnen entspringen, getroffen.

Das Resumé dieser Beobachtung der *Wolff*'schen Gänge ist demnach folgendes:

Bei einem 4monatlichen menschlichen Embryo finden sich recht beträchtliche Ueberreste des *Wolff*'schen Ganges bei ganz normal entwickelten weiblichen Genitalien und zwar in der Scheide, rundum eingeschlossen von dem Parenchym derselben. Die Rückbildung des einen Ganges ist viel bedeutender vorgeschritten, als die des andern; die Länge des letzteren beträgt das sechsfache der Länge des ersteren. Daraus, dass das untere Ende der beiden Gänge so ziemlich sich auf dem gleichen Niveau findet, dass hingegen der weniger zurückgebildete Gang den anderen nach oben um etwa das fünffache seiner Länge überragt, ferner daraus, dass der längere Gang wenigstens nach oben ganz allmälig sich verschmächtigt, nach unten aber beide Gänge ziemlich plötzlich abgesetzt sind, darf man vielleicht den Schluss

ziehen, dass in dem Stadium, in dem sich hier die beiden *Wolff*'schen Gänge befinden (oder um keine unberechtigte Verallgemeinerung zu begehen und selbst gegen den Titel dieser Arbeit zu verstossen, in dem hier untersuchten Falle) die Rückbildung derselben mehr vom oberen Ende gegen das untere zu schreitet, während sie von unten nach oben ihren Einfluss wenigstens viel langsamer äussert. Es wäre also bei dem hier untersuchten Embryo die Rückbildung von oben nach unten bei dem (vere) rechten *Wolff*'schen Gange viel weiter gediehen, als beim linken.

Im ganzen Uterus des nämlichen Embryo, sowie in dessen Adnexis fand sich auch nicht eine Spur des *Wolff*'schen Ganges mehr. Doch sollen noch einige Beobachtungen, die dieser Serie hier entnommen sind und hauptsächlich auf die Form- und Grössenverhältnisse des Uterus und seiner Höhle Bezug haben, hier Erwähnung finden.

Obschon von einer Vaginalportion bei einem 4monatlichen Embryo noch nichts zu entdecken ist, so kann man doch an der Form und Grösse der Höhlung des Genitaltractus, sowie an dem Auftreten des Cyiinderepithels als Auskleidung derselben den Ort bezeichnen, wo der Cervix uteri an die Scheide angrenzt. Die Höhlung des Genitalkanals nimmt nämlich oberhalb der Stelle, wo der *Wolff*'sche Gang gefunden wurde, in ihrer Dimension von rechts nach links immer mehr ab, während die vordere Wand sich immer mehr von der hinteren entfernt, so dass ein Lumen sichtbar wird, das sich der Kreisform immer mehr annähert.

Der Cervix beginnt etwa 4,48 mm über dem untersten Ende der Scheide, es betragen hier die Durchmesser der von einem Cylinderepithel ausgekleideten Genitalhöhle von rechts nach links 0,44 mm und 0,38 mm von vorn nach hinten. Dieser fast kreisförmige Querschnitt der Uterushöhle erhält sich in einer Länge von 0,7 mm, dann beginnt wieder der Diameter von rechts nach links mehr zu prävaliren. Indem erst die hintere, dann auch die vordere Uteruswand in ihrer Mitte in das Lumen hervorzuragen beginnen, kommt auf dem Querschnitt eine semmel- oder achterförmige Gestalt der Uterushöhlung zum Vorschein (Fig. 6 u h)[1]. Noch weiter oben macht diese Verwölbung der hinteren Wand im Gegentheil einer Ausbuchtung Platz, die gleichfalls in kurzer Ausdehnung sich erhält, dann verstreicht sie, und da nun auch

---

1) 90fache Vergrösserung.

die vordere Wand sich glättet, so stellt sich im fundus uteri der Querschnitt der Uterushöhlung wieder als ein querliegendes Oval dar mit den Durchmessern von 1,2 mm und 0,4 mm. Die Uterushöhle misst vom unteren Ende des Cervix bis zu ihrer Theilungsstelle in die den zwei Hörnern entsprechenden Höhlungen 2,75 mm. Die äusserliche Theilung des Uteruskörpers erfolgt noch 0,2 mm weiter oben.

Da wider Erwarten bei dem 4monatlichen Embryo sich die noch erhaltenen Reste des *Wolff*'schen Ganges nicht im Uterus, wo sie *Beigel*[1]) in ihrer grössten Ausdehnung gefunden, sondern gerade in tiefer gelegenen Parthien, in der Scheide zur Beobachtung gelangt waren, so konnte man aus dem negativen Resultat, das man bei der Untersuchung der oberen Hälfte des 6monatlichen Embryo erhalten, allein[2]) noch keinen Schluss auf die Abwesenheit solcher Reste im Bereich des ganzen Genitaltractus des nämlichen Embryo ziehen, und es musste, um diesen Punkt sicher zu stellen, auch die untere Hälfte der selben Untersuchung unterworfen werden, deren Resultat auch hier die Abwesenheit solcher Reste ergab[3]). Um vom Zufall, der hier eine grosse Rolle zu spielen scheint, unabhängiger zu sein, und durch die Thatsache ermuthigt, dass *Beigel* ja noch bei bedeutend älteren Embryonen ganz erhebliche Reste der Urnierengänge vorgefunden, wurde bei einem zweiten 6monatlichen Embryo Nachforschung nach solchen Resten gehalten.

Der ganze Genitaltractus dieses Embryo wurde nach wohlgelungener Härtung und Färbung mit Carmin von unten auf in eine Serie paralleler Querschnitte von der Dicke von 0,05 mm zerlegt. Diese verhältnissmässig starke Dicke wurde gewählt, weil die Untersuchung doch hauptsächlich morphologische, nicht feinste histologische Dinge in Betracht zu ziehen hatte und hiezu die Dicke von 0,05 mm gewiss als fein genug erscheinen konnte, zudem es ja immer freistand, bei Auffinden eines der genaueren Untersuchung werthen Gebildes die nächsten Schnitte sogleich feiner anzulegen; ferner weil bei der hohen Sommertemperatur, während welcher diese Serie geschnitten wurde, und bei der der

1) l. c.

2) v. S. 5 (133).

3) Die Daten, welche diese Untersuchung beiläufig über Form- und Grössenverhältnisse der Geschlechtsorgane beim 6monatlichen Embryo ergab, sollen am Schlusse des nächsten Abschnittes zur vergleichenden Würdigung gelangen.

Stearinklotz, in den das Präparat eingeschmolzen war, mehr oder weniger seine Festigkeit einbüsste, auf diese Weise eine grössere Garantie gegen das Verlieren einzelner Schnitte gegeben war. Es zeigten übrigens auch alle Schnitte eine auch für starke Vergrösserungen hinreichende Transparenz.

Trotzdem nun von den vielen Schnitten, die diese Serie lieferte, jeder sorgfältig untersucht, nicht allein die Wandungen des Genitalkanals, sondern auch deren Umgebung genau durchforscht wurden, jedes bei schwacher Vergrösserung verdächtig erscheinende Lumen genau verfolgt und bei starker Vergrösserung geprüft wurde, so waren diese Bemühungen, was das Auffinden von Resten des *Wolff*'schen Ganges anbelangt, nur von einem negativen Erfolge begleitet, so dass ich mich für die hier untersuchten 6 monatlichen Genitalien mit aller Bestimmtheit dahin aussprechen muss, dass sie keine Reste dieser Gänge mehr enthalten.

Treu dem in der Einleitung dargelegten Plane, sollen jedoch auch hier die anderweitigen Beobachtungen zur Sprache kommen, die hiebei gemacht wurden, und deren Besprechung, da sie noch wenig oder gar nicht gekannte oder beschriebene Dinge betreffen, vielleicht einiges Interesse darbieten dürfte.

Zunächst lieferte die vorliegende Untersuchung einen kleinen Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Bartholinischen Drüse, welcher bei dem Mangel solcher Angaben in der Literatur, wohl hier eine Stelle finden darf.

In einer Höhe von 1,1 mm über dem Beginne des sinus urogenitalis (Fig. 7. s u.)[1]), der hier schon vestibulum vaginae heissen kann,[2]) und 1,0 mm unter dem Beginne der Scheide münden rechts und links schräg von hinten aussen her die Ausführungsgänge (g) der Bartholinischen Drüsen (B d) in das vestibulum auf beiden Seiten vom Hymen (h) ein. Die Ausführungsgänge haben ein Kaliber von 0,16 mm und lassen sich in den nächsten Schnitten bis zu den rechts und links vom hinteren Ende des sinus urogenitalis liegenden Bartholinischen Drüsen verfolgen. Die Drüsen selbst sind ganz stattliche Organe von ovalem oder rundlichem Querschnitt mit Durchmessern bis zu 1,2 mm und bestehen aus gut ausgebildeten Drüsenacinis, die durch Bindegewebszüge mit einander in Verbindung stehen. Sie sind von

[1]) 15fache Vergrösserung.

[2]) *v. Kölliker* l. c. S. 992.

einem schönen Epithel ausgekleidet, sie selbst, sowie ihre Ausführungsgänge sind stellenweise mit Schleim erfüllt, so dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass diese Drüsen bereits in einem so frühen Stadium ihre secernirende Funktion begonnen haben. Die Ausdehnung der Bartholinischen Drüsen von unten nach oben beträgt c. 1,5 mm, so dass der dritte Theil derselben noch neben die Scheide zu liegen kommt.

Maasse und Formverhältnisse des Genitaltractus der beiden 6 monatlichen Embryonen.

Die Scheide stellt ein dünnwandiges Organ dar (Dicke der Wandungen zwischen 0,2 und 0,4 mm), welches in seinen unteren Parthieen eine auffallend grosse Höhlung umschliesst. Im unteren und mittleren Theil der Scheide hat das Lumen der Scheidenhöhle einen Durchmesser von 5,7 mm von rechts nach links und von 3,5 mm von vorn nach hinten, die Schleimhautauskleidung hat sich besonders vorn und hinten in mehrere starke Falten, die Andeutung der plicae palmatae gelegt.

Die Auskleidung der Scheidenhöhle besteht aus einem geschichteten Pflasterepithel, dessen starke Anhäufung von etwa der Mitte der Scheide an nach oben hin eine vollständige Verschliessung derselben zur Folge hat. Bei dem einen, dem zuerst geschnittenen, Embryo zeigt sich die Scheide nahe ihrem oberen Ende von vorn nach hinten so stark abgeplattet, dass die Höhlung als eine Querspalte erscheint, die durch Anhäufung von Epithelzellen verschlossen ist. Auch hier treten die von *Schweigger-Seidel* erwähnten concentrisch geschichteten Epithelzellenkörper auf und zwar an solchen Stellen, wo die vordere Wand sich etwas weiter von der hinteren entfernt hält, in der Mitte der Höhlung. Da nicht viel weiter oben der cervix uteri mit wirklichem Lumen beginnt, so spricht auch diese Beobachtung dafür, dass es sich hier um ein Lösungsphänomen handelt. Der andere, zuletzt geschnittene, Embryo zeigt dies Verhalten in nicht so ausgesprochenem Grade, indem nahe dem oberen Ende der Scheide Durchmesser der Höhlung von 3,0 mm von rechts nach links und 0,8 mm von vorn nach hinten zur Beobachtung kommen, bei einer Dicke der Wandungen von 0,4 mm.

Dagegen konnte bei diesem Embryo eine Thatsache constatirt werden, die wohl bei einem so jungen Embryo nicht ohne

Interesse ist, und deren Beobachtung zugleich ein gutes Zeugniss ablegt für die Brauchbarkeit der Methode der Querschnitte, die im Laufe dieser Untersuchung ja einzig zur Anwendung kam, auch zur Beurtheilung von Form- und Grössenverhältnissen, die in der auf dem Querschnitt senkrecht stehenden Dimension zur Geltung gelangen und an ihr gemessen werden müssen.

Bekanntlich verlegt man das Auftreten einer Vaginalportion beim Menschen in die letzten Monate der Schwangerschaft, und *v. Kölliker* [1]) hat den Längsschnitt des Genitalkanals eines sechsmonatlichen menschlichen Embryo abgebildet, an dem man zwar den Cervix uteri deutlich erkennen, von einer Vaginalportion aber noch nichts sehen kann. Hingegen äussert sich *Dohrn* [2]) über diesen Punkt folgendermassen: „In der 15.—16. Woche wird die erste Anlage der Vaginalportion kenntlich. In der Gegend der späteren vorderen Muttermundslippe bildet sich eine flachkugelige Prominenz, welche rückwärts wuchernd die hintere Wand des Genitalschlauches zurückdrängt. Sehr bald nachher bemerkt man über derselben an der hinteren Wand eine andere Prominenz, die Anlage des hinteren Abschnittes der Vaginalportion. Die Gestalt eines nach unten hinabreichenden Zapfens gewinnt die Vaginalportion erst einen Monat später.“ Auf ein Gebilde, dem hier *Dohrn* die Bezeichnung „Vaginalportion“ vindicirt, möchte ich diese Benennung nicht in Anwendung bringen. *Dohrn* unterscheidet ausdrücklich eine Vaginalportion, die bloss im Dickerwerden der Wandung des Genitalschlauches, mit anderen Worten in der Differenzirung einer eigentlichen Uteruswand sich manifestirt, und eine solche, die „zapfenförmig hinabragt“. Bloss ein solches Stück des Uterushalses, das wirklich mit sammt seiner Höhlung zapfenförmig in die Scheide hinabragt, möchte ich mit dem Namen einer Vaginalportion ansprechen, während ich das andere einfach als Cervix uteri, meinetwegen auch als Anlage der vorderen, resp. hinteren Muttermundslippe bezeichne; doch spreche ich auch dann schon von einer Vaginalportion, wenn nur ein Scheidengewölbe, sei es das vordere oder das hintere allein, ausgebildet ist.

---

1) L. c. p. 939, Fig. 3.

2) Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. 1875 N. 3 S. 26 ff.

Wollte man dem Beispiele *Dohrn*'s folgen, so müsste auch dasjenige vordere Stück des Cervix uteri beim ausgewachsenen Menschen, welches mit dem obersten Theile der hinteren Wand der Portio vaginalis in einer Höhe liegt, mit diesem Namen bezeichnet werden, was bekanntermassen nicht der Fall ist, denn die ungleiche Höhe des vorderen und des hinteren Scheidengewölbes erlaubt vorne nur einen kleineren, hinten einen grösseren Theil des Cervix als Portio vaginalis anzusprechen: eben bloss jenen Theil, der wirklich in die Vagina hinabragt.

Wie man sieht, ist auch mit Berücksichtigung dieses Umstandes doch eine grosse Differenz zwischen den Angaben *v. Kölliker*'s und *Dohrn*'s vorhanden. Letzterer verlegt die Ausbildung eines in die Vagina hinabragenden Zapfens in die 19. bis 20. Woche, also gegen das Ende des 5. Monats, während *v. Kölliker* die Vaginalportion in den letzten Monaten der Schwangerschaft erscheinen lässt und einen Längsschnitt des Genitalschlauches eines sechsmonatlichen Embryo noch ohne Vaginalportion abbildet.

Hingegen trat bei dem zuletzt geschnittenen sechsmonatlichen Embryo am obern Ende der Scheide im Lumen derselben und im Zusammenhang mit der dicker werdenden vorderen Wand derselben ein rundlicher durchbohrter Körper auf, der seine eigene querovale mit Cylinderepithel ausgekleidete Höhlung umschloss; es war diess, wie die nächstfolgenden Schnitte zur Evidenz ergaben, das unterste Ende des Cervix uteri, das breit aufsitzend auf der vorderen Wand der Scheide und von dieser auf keine Weise deutlich abgrenzbar nur auf der hinteren Seite in den Hohlraum der Scheide hinabragte. 0,15 mm über dem alleruntersten Ende der Vaginalportion ist der Schnitt angelegt, den Fig. 8 bei 25facher Vergrösserung darstellt. Das hintere Scheidengewölbe sg, deutlich mit einem Pflasterepithel ausgekleidet, misst 1,80 mm von rechts nach links, von vorn nach hinten an den Seiten 0,08 mm, in der Mitte 0,2 mm. Die hintere und seitliche Scheidewand ist 0,6 mm dick. Die Durchmesser des Orificium externum uteri (uh) betragen 0,74 mm von rechts nach links und 0,2 mm von vorn nach hinten; die hintere Uteruswand (hintere Muttermundslippe) ist 0,48 mm, die vordere 1,0 mm dick. Das hintere Scheidengewölbe verengert sich nach oben hin von beiden Seiten her gegen die Mitte zu und erreicht seine grösste Höhe mit 0,35 mm.

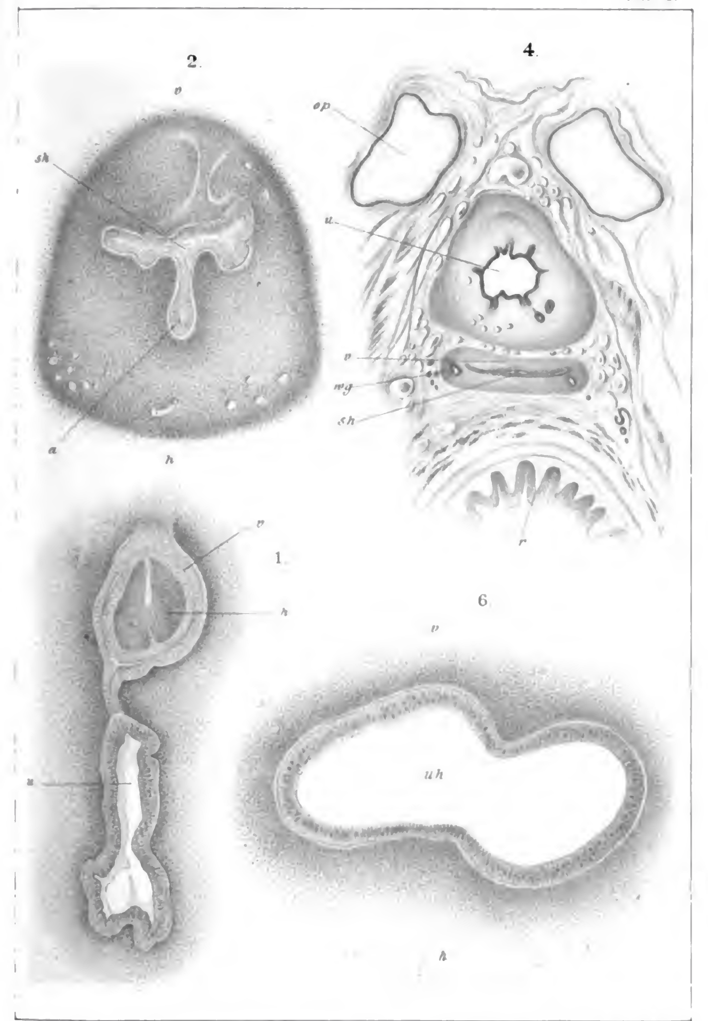
Der Cervix, der, wie man schon lange weiss und wie auch aus den Abbildungen *v. Kölliker*'s[1]) leicht zu ersehen ist, in diesem Stadium den Körper des Uterus an Grösse bei weitem übertrifft und den Hauptttheil des ganzen Organs ausmacht, ist im Querschnitt ziemlich kreisrund mit Durchmessern zwischen 2,2 und 2,6 mm; er umschliesst eine unregelmässig gestaltete Höhle, deren grösserer von rechts nach links gehender Durchmesser im Mittel 1,2 mm, deren kleinerer von vorn nach hinten gehend im Mittel 0,6 mm beträgt. Die Länge des ganzen Cervix bemisst sich auf 7,25 mm.

Von da an wird der Uterus flacher, zieht sich mehr in die Breite. Sein äusserer Durchmesser von rechts nach links nimmt zu bis zu 3,6 mm, sein gerader nimmt ab bis zu 1,7 mm. Die Höhlung des Uterus wird zu einer queren Spalte von 2,5 mm Länge und 0,2 bis 0,3 mm Breite. Die Länge des Uteruskörpers bis zur Theilung seiner Höhle beträgt 1,25 mm.

Werfen wir einen kurzen Rückblick auf die in vorstehenden Zeilen enthaltenen Beobachtungen und Thatsachen, so haben auch sie wieder einen kleinen Beweis dafür erbracht für das, auf was schon in der Einleitung hingewiesen war: dass bei der Entwicklung der Geschlechtsorgane, als der Hauptträger des Gegensatzes der beiden Geschlechter, Unterschiede, zuweilen recht beträchtliche Unterschiede sich finden, in der Schnelligkeit, mit welcher bei verschiedenen Individuen die betreffenden Organe sich entwickeln und nicht minder in der Zeit, in der die Anlagen von Organen, die dem entgegengesetzten Geschlechte angehören, sich zurückbilden und zu Grunde gehen. Dass mitunter die ganze Lebensdauer des Individuums oder vielmehr die Reihe von Jahren, in denen diese Organe einer weiteren Entwicklung und Aenderung fähig und zugänglich sind, nicht ausreicht, den ganzen Gegensatz der beiden Geschlechter, wie er in ihrer Idee, möchte ich sagen, gefasst ist, in seiner vollen Reinheit durchzuführen, darauf wurde schon in der Einleitung hingewiesen als auf etwas durchaus Sichergestelltes und Längstbekanntes. Darf man sich also wundern, wenn im Laufe der vorliegenden Untersuchungen Differenzen mit von bewährten Forschern herrührenden Beobachtungen sich ergaben, die an sich zwar nicht unbe-

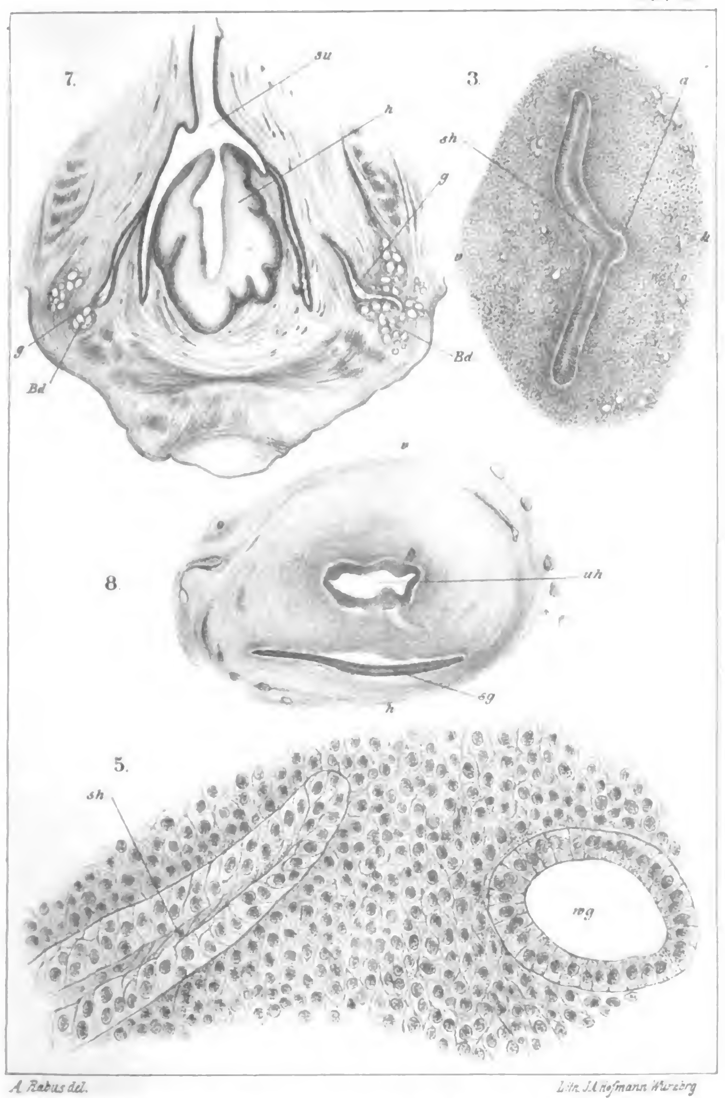
[1]) L. c. p. 991.

trächtlich, doch im Vergleich zu jenen äussersten Grenzfällen die ja in ihrer Möglichkeit und Thatsächlichkeit völlig sichergestellt sind, zu ganz geringen Abweichungen zusammenschrumpfen? Die raschere oder langsamere Entwicklung aller einzelnen Organe kann man mit einem gewissen Rechte sich abhängig denken von allgemeinen Ernährungsverhältnissen des Individuums. Aber die vollkommenere oder mangelhaftere Rückbildung der oben erwähnten Organe sind wir vor der Hand noch ganz ausser Stand, mechanisch begründen zu können und müssen uns damit begnügen, diese Erscheinungen den Folgen eines Plus oder Minus der jedem Embryo innewohnenden Tendenz zuzuzählen, den einen oder den anderen Entwicklungsgang einzuschlagen. Das sind freilich Worte, welche den Mangel unserer Einsicht in das Wesen und den Grund dieser Dinge nicht verhüllen können. Und dass wir noch lange nicht in diese überaus geheimnissvollen Dinge einen Einblick werden gewinnen können, das müssen wir uns bei jeder Thatsache von neuem sagen, die es uns gelungen ist, Neues dem Kreise unseres Wissens über das Wie des Geschehens hinzuzufügen. Möchte auch diese Arbeit solch einen kleinen Beitrag geliefert haben!



A. Rabus del.

Lith. v. A. Hofmann Würzburg



A. Rabus del.

Lith. J. M. Hofmann Würzbrg

Medicinische Statistik der Stadt Würzburg

für die Jahre 1880 und 1881

bearbeitet von

Dr. GREGOR SCHMITT,

kgl. Kreismedizinalrath in Würzburg.

(Mit Tafel VIII u. IX.)

Vorbemerkung.

Herr Dr. *O. Hofmann*, z. Z. Regierungs- und Kreismedizinalrath in Regensburg, der vor mir das Amt eines Bezirksarztes der Stadt Würzburg bekleidete, hat, nachdem seit dem Jahre 1861 eine medicinische Statistik der Stadt Würzburg nicht mehr bearbeitet war, sich der ebenso verdienstvollen wie mühsamen Arbeit unterzogen, im Jahre 1877 eine solche für die Jahre 1871 mit 1875 und dann alljährlich fortlaufend bis zum Jahre 1880 herzustellen; im Februar 1881 wurde er auf seine jetzige Stelle nach Regensburg berufen, ich aber erst im Juni zu seinem Nachfolger in Würzburg ernannt. Daher kommt es, dass die Bearbeitung der medicinisch-statistischen Berichte eine Unterbrechung erlitt, welche ich in den nachfolgenden Blättern dadurch auszugleichen suche, dass ich die Statistik für die Jahre 1880 und 1881, wenn auch getrennt im Einzelnen, doch so viel als möglich als Ganzes zusammenfasse, um die Kette der von *Hofmann* begonnenen werthvollen Arbeit nicht zu unterbrechen.

Ich brauche kaum zu erwähnen, dass ich es für meine Pflicht hielt, dem Gange der *Hofmann*'schen Bearbeitung und der von ihm eingeführten Eintheilung zu folgen, nicht nur, weil sie absolut mustergiltig ist, sondern auch, um eine Gleichförmigkeit mit den bisher veröffentlichten Berichten herzustellen.

I. Topographisch-meteorologischer Abschnitt.

1. Witterungsverhältnisse der Jahre 1880 und 1881.

(Hiezu Tafel VIII.)

Das Material zu dem nachstehenden Abschnitte lieferte neben meinen eigenen Beobachtungen mein früherer Amtsvorgänger Herr Dr. *Hofmann*, Herr Medicinalrath Dr. *Escherich*, die meteorologische Station, Herr kgl. Hofgärtner *Heller*, Herr Apotheker *Ph. Mohr* dahier, sowie Herr Bezirksarzt Dr. *Zinn* in Schweinfurt und bezüglich der Mainpegelstände das kgl. Flussbauamt Würzburg und spreche ich den genannten Behörden und Herren für ihre freundliche Unterstützung hiermit meinen besten Dank aus.

		Januar				Februar				März				
	Woche:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Luft-druck in mm	1880	59,7	52,7	54,0	55,9	52,1	44,8	41,1	43,9	42,8	56,0	51,3	50,8	41.9
	1881	54.7	40,4	40,6	41,8	40,7	35,3	47,9	49,0	44.7	42,3	53,9	39,2	41,2
Tempe-ratur ° C.	1880	0,0	-4,5	-11,4	-11,9	-12,6	-1,6	3,9	2,6	7,9	5,3	2,0	2,2	6,9
	1881	-3,7	-6,5	-10,3	-7,0	1.8	2,4	-1,5	1,4	0,5	8,9	3,8	4,0	5,1
Relative Feuch-tigkeit in %	1880	82,2	86,0	87,8	87,9	86,5	83,9	80,4	81,9	73,1	67,3	64.4	51,9	59,2
	1881	81,4	76,8	76,7	82,7	87,8	80,0	79,1	81,5	76,4	79,0	56,1	75,8	64,4
Nieder-schlag in mm	1880	0,8	2,1	4,2	0	0	1,5	19,8	3,6	13,0	0	3,0	—	1,9
	1881	—	2,1	6,7	7,9	1,5	25,9	7,7	35,7	17,1	31,7	0,1	22,0	7,2

		Juli				August				September				
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Luft-druck in mm	1880	45,7	48,6	46,7	42,1	40,5	44,5	45,6	46,4	50,0	46,9	42,0	46,5	52,3
	1881	47,9	50,3	45,2	45,4	48,5	42.7	40,3	43,3	44,5	44,8	48,0	44,8	51,6
Tempe-ratur ° C.	1880	16,4	19,9	18,1	18,3	15,6	16,0	18,3	18,5	17,8	17,3	13,9	11,8	9,7
	1881	20,7	20,0	21,2	16,7	21,0	18,0	14,8	16,6	14,3	14,4	12,4	13,0	8,7
Relative Feuch-tigkeit in %	1888	69,6	59,8	59,6	65,8	72,8	80,7	70,3	66,1	56,6	73,5	80,0	81,3	49,7
	1881	53,4	60,0	59,5	66,5	66,2	64,5	73,8	73,1	79,4	79,6	80,0	80,2	78,1
Nieder-schlag in mm	1880	12,2	0	13,4	15,5	17,4	18,4	1,5	8,4	—	13,0	15,7	30,9	—
	1881	2,0	24,3	28,0	22,4	5,4	32,6	26,3	16,0	24,3	7,3	8,3	11,8	4,9

In Folge der im Jahre 1880 stattgefundenen theilweisen Unterbrechung der Beobachtungen können die meteorologischen Aufzeichnungen für dieses Jahr nicht so vollständig sein, wie dieselben entsprechend den früheren Berichten wohl zu wünschen wären und muss ich mich auf eine mehr vergleichende Uebersicht und graphische Darstellung (Tafel VIII) der einschlägigen Verhältnisse beider Jahre beschränken, da ich es zugleich für zweckmässig hielt, das Wiedergeben von grossen Reihen absoluter Zahlen zu vermeiden.

So gibt die nachstehende Tabelle die wöchentlichen Durchschnittswerthe bezüglich des Luftdruckes, der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und der Niederschlagsmengen in Würzburg für die Jahre 1880 und 1881.

April				Mai				Juni				
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
38,8	43,0	41,8	45,0	40,7	45,3	46,0	49,1	46,2	43,5	44,5	41,6	46,2
44,1	46,9	39,9	47,3	48,0	52,2	45,2	45,7	47,8	40,4	45,9	46,1	48,8
6,8	11,4	11,2	7,8	10,5	11,8	11,0	16,5	12,4	14,5	16,5	16,0	18,2
4,1	8,9	6,6	7,3	12,0	9,1	13,9	15,6	17,2	12,8	15,4	20,4	16,9
68,8	53,9	74,5	58,0	68,6	54,5	47,9	54,9	63,6	67,7	68,2	71,0	65,0
68,8	59,1	49,1	59,2	57,9	47,4	51,6	59,6	49,9	60,7	58,3	65,8	63,7
9,0	0,2	11,8	6,1	13,2	0,3	0,3	2,2	10.7	13,6	19,5	21,2	1,4
10,7	0,5	0,2	18,6	28,9	3,7	0,7	30,8	2,2	24,4	—	17,9	12,3

October				November				December					
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
40,6	48,8	42,0	41,1	49,8	50,0	35,2	49,8	57,1	54,8	41,0	39,3	42,9	incl. 1. Jan. 1881
49,7	42,2	47,2	41,5	48,6	53,2	52,8	50,3	48,8	48,9	46,2	41,5	57,4	
11,7	7,5	6,6	5,6	1,9	3,8	6,9	2,9	2,2	5,4	5,3	5,8	3,7	
4,9	8,2	4,3	7,1	1,3	6,4	7,0	5,5	6,5	2,3	1,5	2,3	-2,8	
81,6	86,9	86,5	76,0	73,0	80,8	76,7	88,0	90,8	85,3	84,1	78,7	86,0	
74,8	76,1	78,4	80,9	81,7	86,6	81,8	85,8	83,9	88,7	86,6	79,9	88,9	
33,2	26,2	47,0	31.8	1,8	0,5	25,3	6,9	1,7	7,7	46,6	24,0	15,1	
7,5	23,9	0,3	43,2	4,2	3,0	2,6	0,9	3,8	0,2	5,2	19,5	0,1	

Die nun folgende Tabelle zeigt die monatlichen und Jahres-Durchschnittswerthe derselben Verhältnisse und Jahre.

	Jahr	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Jahres-Durchschnitt	
Luftdruck in mm	1880	755,3	746,0	749,6	731,6	745,6	743,7	745,6	744,5	747,6	743,5	747,6	745,5	745,0	
	1881	744,2	743,4	745,0	744,2	747,9	745,3	747,2	744,1	746,0	745,4	750,7	749,1	745,7	
Mittel n. *Schoen*		744	744	743	744	743	744	745	745	744	745	744	743	744	
Temperatur ° C.	1880	— 5,8	— 1,7	4,4	9,2	12,2	15,4	18,3	17,1	14,1	7,8	3,8	4,8	8,9	
	1881	— 6,2	1,0	4,4	6,6	13,0	16,5	19,6	17,0	12,5	5,1	5,3	1,2	8,3	
Mittel n. *Schoen*		+ 0,27	1,48	5,30	11,2	16,1	19,3	20,1	19,5	16,2	10,5	4,1	+ 0,83	10,4	
Relative Feuchtigkeit in %	1880	85,5	83,1	62,7	64,6	56,3	67,4	63,9	70,0	76,5	82,1	81,3	84,1	73,3	
	1881	80,3	81,8	69,9	60,1	53,6	61,3	59,2	70,9	80,4	76,9	84,0	87,4	72,1	
Dreijähriges Mittel nach *Hofmann*		79	78	75	66	59	67	71	70	78	81	82	84	74	
Niederschlag in mm														Sa. pro Jahr	pro Tag
	1880	17,5	25,7	15,2	29,0	17,5	63,5	42,5	45,7	59,5	38,2	34,5	90,5	579,3	1,59
	1881	22,1	40,6	77,7	31,6	66,3	54,6	78,1	95,7	39,8	75,0	13,4	23,0	620,9	1,72
Mittel n. *Schoen*		38,25	41,17	40,27	29,70	33,75	42,97	32,17	32,40	33,42	24,52	27,22	23,85	399,69	1,09
Regentage	1880	14	15	7	16	12	20	14	12	14	23	13	20	180	
	1881	12	13	11	10	12	15	15	24	18	16	13	10	173	

In graphischer Darstellung finden sich diese Beobachtungen auf Tafel VIII, ebenfalls ausgeschieden nach Wochen in Fig. 1 und nach Monaten in Fig. 2.

Ein Vergleich der meteorologischen Curven auf Tafel VIII sowie der in der vorstehenden Tabelle enthaltenen Werthe für die Jahre 1880—81 unter sich sowohl wie mit den Durchschnittszahlen von *Schoen* und *Hofmann* liefert die folgenden Ergebnisse:

a) Bezüglich des Luftdruckes: Ins Auge springende Differenzen ergeben sich nur im Januar, März und April, während in allen übrigen Monaten die Curve beider Jahre mit geringen Abweichungen nebeneinander liegt; es ist namentlich der Januar, welcher sich im Jahre 1880 durch abnorme Steigerung (um 11,1 mm) und der April, der sich durch eben solches Sinken (um 12,6 mm) auszeichnet. In ähnlicher Weise unterscheiden sich auch die Durchschnittszahlen des Jahres 1880 von denen *Schoen's*, während die im Jahre 1881 den letzteren sich mit Ausnahme der Monate November und December (Differenz 5,3 und 5,9 mm) sehr nähern. Der Jahresdurchschnitt des Luftdruckes beider Jahre dagegen zeigt nur eine geringe Differenz (1 und 0,3 mm) gegen *Schoen's* Durchschnittszahl.

b) Bezüglich der Temperatur: In grösserer Uebereinstimmung stehen die Temperatur-Verhältnisse der einzelnen Monate in den Jahren 1880 und 1881 unter sich und laufen die Curven mit nicht bedeutenden Schwankungen ziemlich paralell. Ganz gleich in beiden Jahren ist nur der März, während im April 1880 die Temperatur um 2,6° höher, in den Monaten Mai, Juni und Juli aber um ein Geringes (0,8; 1,1 und 1,3° C.) tiefer ist, wie in den gleichen Monaten des Jahres 1881. Monat August der beiden Jahre ist wieder gleich, September, October und December 1880 sind um 1,6; 2,7° und 3,6° höher, November um 1,5° tiefer wie die gleichen Monate im Jahre 1881; der Jahresdurchschnitt beider Jahre dagegen differirt nur um 0,6°. Im Vergleiche mit *Schoen's* Durchschnittszahlen ergeben sich für 10 Monate beider Jahre tiefere Temperaturstände, am auffallendsten im Januar, wo die Differenz 6,0 und 6,4° beträgt.

Gegenüber den *Schoen'*schen Mittelwerthen weist eine um 1,2° höhere Temperatur der November 1881, um 4,0° der December 1880 und um 0,4° derselbe Monat 1881 auf. Die mittlere Jahrestemperatur stellte sich für 1880 um 1,5°, für 1881 um 2,1° nied-

riger als *Schoen*'s Mittel. Besonders extreme Temperatur-Schwankungen aber kommen in beiden Jahren nicht vor.

c) Bezüglich der relativen Feuchtigkeit: Die Bestimmung derselben geschah mittels des Procent-Hygrometers mit Justirvorrichtung von Dr. *K. Koppe*[1]), welcher, wie fortgesetzte Beobachtungen bewiesen, weitaus präcisere Resultate liefert, wie der von *Klinckerfuess* und dessen nicht hoch genug anzuschlagender Vorzug besonders darin besteht, dass er, so oft dies wünschenswerth oder nothwendig erscheint, die genaueste Regulirung und Justirung zulässt. Die Beobachtungen mit diesem Apparate nun ergaben eine ziemliche Uebereinstimmung des Durchschnittes der Jahre 1880 und 1881 (73,3 u. 72,1%) mit dem von *Hofmann* für 3 Jahre berechneten Mittel (74%); auch die Schwankungen der einzelnen Monate beider Jahre unter sich und im Verhältnisse zum *Hofmann*'schen Mittel waren mit Ausnahme der Monate März und Juli keine besonders grossen.

d) Bezüglich der Niederschlagsmengen: Wie die Summe der Niederschläge in den Jahren 1880—81 die der *Schoen*'schen Berechnung weit überragt (579,3 und 620,9 : 399,6, also ein plus von 179,7 und 221,3 mm), so zeichnen sich einzelne Monate namentlich des Jahres 1881 durch eine enorme Menge der Niederschläge aus; so der März mit 77,7 : 40,2 nach *Schoen*; Mai 66,3 : 33,7; Juli 95,7 : 32,4; October 75,0 : 24,5; aber auch im Jahre 1880, in welchem mehre Monate hinter dem *Schoen*'schen Durchschnitt blieben, finden sich wieder einige mit bedeutendem Ueberschusse; so Juni mit 63,5 : 42,1 nach *Schoen*; September mit 59,5 : 33,4; October mit 38,2 : 24,5; December mit 90,5 : 23,8 mm. so dass beide Jahre als nasse bezeichnet werden müssen.

e) Bezüglich der Regentage: Die Zusammenstellung der beiden Jahre gibt annähernd die gleiche Zahl der Regentage: 180 und 173, liefert aber auch den Beweis, dass die Niederschlagsmenge unabhängig ist von der Zahl der Regentage; den 180 Regentagen im Jahre 1880 steht nur eine Niederschlagsmenge von 579, den 173 vom Jahre 1881 eine solche von 620 mm entgegen. Das gleiche Ergebniss findet sich auch bei dem Vergleiche einzelner Monate, namentlich des Januar mit 17,5 und 22,1 mm : 14 und 12 Regentagen; Mai mit 17,5 und 66,3 mm : 12

---

[1]) Siehe dessen Broschüre: Die Messung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft etc. Zürich, Fr. Schulthess 1878.

und 12; Juli mit 42,5 und 78,1 mm : 14 und 15; November mit 34,5 und 13,4 mm : 13 und 13 Regentagen.

2. Witterungsverhältnisse der einzelnen Monate.

Bei den unleugbaren Einflüssen, welche die Witterungsverhältnisse auf die Gesundheit, bezw. auf die Entstehung von Krankheiten ausüben, ist eine Zusammenstellung derselben nach einzelnen Monaten sicherlich von hohem Interesse und glaube ich desshalb eine Schilderung derselben wesentlich nach Aufzeichnungen des kgl. Bezirks-Arztes Herrn Dr. *Zinn* in Schweinfurt mit dessen Ermächtigung geben zu sollen.

1880. Januar. Der grimmigen Kälte des Christmonates 1879 folgten im Beginne des Januar angenehme Wintertage. Nach einem starken Schneefalle am 16. trat abermals intensivere Kälte auf und sank das Thermometer in den folgenden Tagen bis auf — 30° C. Die Kälte dauerte bis zu Ende des Monates fort. Bei vorherrschendem Ostwinde war der Himmel meistens hell und klar An 5 Tagen fiel Schnee.

Februar. Die grosse Kälte des vorigen Monates hielt bis zum 8. Februar an. Am 9. trat Thauwetter ein und wechselte die Temperatur Morgens 7 Uhr zwischen — 2,5 und + 6,5° C.; in den Mittagsstunden zwischen + 1,2 und 10° C. Vom 9. an war die Witterung meist trüb und regnerisch; am 10. und 27. fiel Schnee; am 21. war Sturm.

März. Die Witterung dieses Monats war, seinem Charakter entsprechend, vorherrschend heiter, rauh, windig, trocken. In der Nacht vom 3. zum 4. gingen bei sehr heftigem Sturme wolkenbruchartige Regengüsse nieder. Vom 13. bis letzten März fror es jede Nacht; vom 24.—29. war die Tageswitterung heiter und warm; in den Mittagsstunden + 10 bis 15° C. Am 5. und 31. dichte Nebel.

April. In den ersten Tagen war das Wetter veränderlich, vom 4.—6. regnerisch, vom 7.—13. meist heiter, windig und rauh vom 14.—17. hatten wir angenehme, warme Tage (+ 22° C. in den Mittagsstunden); am 12. viel Regen und kühle Temperatur; vom 19.—24. heiter und angenehm; von 25. bis Ende stürmisch und rauh.

Mai. Die Witterung dieses Monats war bei vorherrschendem Nord- und Nordostwinde meistens trocken, windig und rauh;

warme ja heisse Tage waren der 14.—16., 25. und 27. Am 28. starker Höhenrauch und fiel an demselben Tage nach langer Trockne ein heiss ersehnter Regen.

Juni. Die Witterung war zumeist heiter, warm und fruchtbar. Am 2. war das erste Gewitter; am 11. das zweite, am 20. Mittags zwischen 1—2 Uhr das dritte; dieses war sehr heftig.

Juli. Dieser Monat war durch warme, fruchtbare Witterung ausgezeichnet. Sehr heisse Tage mit einer Temperatur von + 25 bis + 31° C. waren der 7., 9., 12.—20., 25., 26., 29. und 30. Gewitter hatten wir am 4., 8., 11., 12., 25., 26., 29. und 31. Insbesondere ging am 26. Abends zwischen 5 und 6 Uhr ein sehr heftiges Gewitter mit sehr starken Regengüssen und strichweisem Hagel nieder.

August. In der ersten Monatshälfte war die Witterung sehr regnerisch, in der zweiten trocken, windig und heiss. Am 3. und 21. gingen leichte, am 27. Abends zwischen 6—7 Uhr ein sehr heftiges Gewitter mit schweren Regengüssen nieder.

September. Die erste Woche dieses Monates war heiter und sehr warm (+ 24—30° C.); vom 8.—25. dagegen war die Witterung meist regnerisch und kühl; vom 26. bis Ende wieder heiter; die Temperatur in den Mittagsstunden + 15 — + 19° C.

October. Im Anfange war die Witterung trocken und heiter; vom 6.—29. vorherrschend regnerisch, rauh und kühl; Regenstürme am 23., 28. und 29. Am 23. erstes Schneegestöber; am 24. Schnee auf den Dächern und erster Frost. Am 30. und 31. heiter und rauh. Der Character dieses Monates war unfreundlich und nasskalt.

November hatte nur 7 heitere und 23 trübe oder regnerische Tage. Am 10. Schneegestöber; am 15. und 19. viel Regen und heftige Stürme. Am 20. Abends bei starkem Sturme reichlicher Schneefall. Am 28. den ganzen Tag anhaltender dichter Nebel.

Dezember hatte gleichfalls nur 6 sonnige Tage, war meist trübe, nebelig und regnerisch. Die Temperatur war ungewöhnlich mild. Am 8. und 23. dichter, anhaltender Nebel; am 13. und 14. viel Regen und heftige Stürme. Am 15. und 18. Hochwasser bei einem Mainpegelstande von 4,13. Die Temperatur fiel nur in einzelnen Nächten unter 0; in den Mittagstunden stieg das Thermometer häufig auf + 6,5 + 10° C. Gesträuche und Bäume trieben Knospen und in den Gärten blühten Primeln und Veilchen.

1881. Januar. Begann trocken und mässig kalt. Am 13. stieg die Kälte sehr empfindlich; die Morgentemperatur am 16. Januar war — 23,7° C., die Mittagstemperatur — 12,5° C. Vom 11. bis 29. waren die Felder mit Schnee bedeckt; am 19. starker Schneefall; am 28. trat bei Südwind Regen und Thauwetter ein, und am 31. erfolgte der Eisgang. Herrschende Winde Nord und Ost.

Februar. Hatte in den 11 ersten Tagen mässige Kälte; das Thermometer zeigte in den Morgenstunden zwischen 7 und 8 Uhr 0°, in den Mittagsstunden zwischen 12 und 1 Uhr + 2,5 bis + 8,7° C. Vom 12. bis 15. war die Temperatur wieder kälter und zeigte das Thermometer 3,5 bis 8,5° C. unter dem Gefrierpunkte; in den Mittagsstunden 0° bis 2,5° über dem Gefrierpunkte. Vom 16. bis Ende des Monats war die Temperatur mässig kalt; Morgens — 2° bis + 1,2° C., Mittags + 2,5 bis + 8,5° C. An 11 Tagen fiel wenig Schnee oder Regen; 10 Tage waren sonnig, die übrigen trüb. Am 10. Nachts heftiger Sturm aus Süden. Vorherrschende Windrichtung aus Osten.

März. Die vier ersten Tage heiter und rauh, am 4. Schnee, vom 5. bis 11. viel Regen und sehr stürmisch; vom 12. bis 16. heiter und rauh; vom 17. bis 19. heiter und warm. Am 22. grosser Schneefall; Witterung sehr wechselnd. Am 30. Nachts Orkan aus Norden; die beiden letzten Tage heiter aber rauh. Vorherrschende Winde Ost und West.

April. Witterung vorzugsweise heiter, trocken, rauh und windig; 16 Tage waren heiter, 4 Tage regnerisch, 8 Tage trüb. Am 26. Mittag 12 Uhr und Nachmittag 3 Uhr Gewitter mit Regen und Sturm. Windrichtung aus Osten.

Mai. Vorherrschend trockenes und sehr windiges Wetter. vom 9. bis 12. hell, rauh und stürmisch; vom 13. bis 25. heiter, trocken, windig. Vom 26. bis 28. reichlicher und sehr ersehnter Regen; am 28. Gewitter; die letzten 3 Tage heiter und warm. Vorherrschende Winde aus Norden und Osten.

Juni. Vom 1. bis 6. heisse Tage; in den Mittagsstunden 23—26° C. Nach einem Gewitter am 6. kühlt sich die Temperatur bis auf 14° C. in den Mittagsstunden ab. Vom 13. bis 16. wärmer; vom 17. bis 25. heisse Tage; die Temperatur erreicht Mittag 30° C. Vom 26. bis Ende feuchtwarme, fruchtbare Witterung. Gewitter am 5., 6., 21., 22. Am 27. grosser Nebel. Vorherrschende Windrichtung aus Westen.

Juli. Witterung sehr heiss und vorherrschend trocken. Insbesondere zeichneten sich die Tage vom 3.—6., 13.—20., der 30. und 31. durch enorme Hitze aus. Das Thermometer zeigte am 6. + 33,7° C., am 19. und 20. + 32,5° C. im Schatten. Zwei Gewitter-Regen am 6. und 26. brachten an den folgenden Tagen eine sehr angenehme Abkühlung der tropischen Hitze. Gewitter fanden statt am 6., 16., 20. und 26. Am 20. zwischen 9 und 10 Uhr zogen 4 sehr schwere Gewitter über die Gegend. Vorherrschender Wind aus Westen.

August. Vom 1. bis 9. heiter, heiss und trocken. Am 9. blies von Mittag 11 Uhr bis Nachmittag 3 Uhr ein heftiger Sturm aus Südwest, mit wenig Regen. Auf diesen Sturm folgte eine sehr empfindliche Abkühlung der Temperatur, welche von 26° auf 18° C. sank; der Umschlag der Witterung wurde bleibend. Vom 10. bis Ende des Monats war das Wetter kühl und regnerisch. Gewitter waren am 18., 21. und 23. Herrschender Wind aus Westen.

September. Wetter meist kühl und regnerisch; 11 heitere, 14 regnerische, 5 nebelige Tage. Nur vom 18. bis 20. war schöne warme Witterung. Am 17. Gewitter. Vorherrschender Wind von Nord und West.

October. Witterung meist trüb und rauh; am 9. Tage Regen. Am 3. wurden die ersten Schneeflocken wahrgenommen. Am 14. Abends war ein Gewitter, in der darauffolgenden Nacht heftiger Orkan aus Süd. Am 29. Vormittag ein 3 Stunden anhaltender Schneefall. Herrschende Windrichtung nördlich und östlich.

November. Die Witterung war im Allgemeinen mild und angenehm. Es waren 15 heitere, 9 regnerische, 6 Nebeltage. Vom 16. bis 19., sowie 26. und 27. wurden grosse Barometersprünge wahrgenommen. Vorherrschender Wind aus Osten.

Dezember. Hatte meistens trübes und nebeliges Wetter. Die Temperatur war mässig kalt. Vom 1. bis 22. wechselte sie von 0° bis + 9° C. während Tag und Nacht. Vom 23. bis zum Ende war die Witterung kälter; Morgens 7 Uhr betrug die Temperatur 0° bis — 8° C.; um 1 Uhr Mittags von + 1° bis — 5° C. Die atmosphährischen Niederschläge waren sehr unbedeutend. Nur 7 Tage waren heiter; am 11. und am 20. fiel Schnee; an 5 Tagen regnete es; die übrigen 16 Tage waren nebelig, unfreundlich, trüb. Auch blieb der Schnee nicht liegen. Vom 18.

bis 22. wurden bedeutende, rasch abwechselnde Schwankungen des Barometers wahrgenommen. Vom 24. bis 29. war der Barometerstand ganz ungewöhnlich hoch und erhielt sich auf der Höhe von 753 bis 758 Millim. Vorherrschende Winde aus Süd und Südwest.

3. Vegetation und Fruchtbarkeit.

1880. Die Kälte, welche bereits in der Mitte des Monats November 1879 begonnen hatte und mit kurzer Unterbrechung in ungewöhnlicher Heftigkeit bis 9. Februar angedauert hatte, übte zwar keinen besonders schädlichen Einfluss auf den Stand der Saat, der Brodfrüchte aus, war aber um so verderblicher den Obstbäumen, von denen sehr viele jetzt schon, noch mehr später, namentlich fast alle Nussbäume zu Grunde gingen. Auch der Weinstock hatte schwer gelitten.

Am 10. März wurden die ersten blühenden Schneeglöckchen beobachtet; auch Kirschen- und Weichselbäume begannen um diese Zeit zu blühen. Am 30. April begann die Blüthe der Zwetschgen- und Birnbäume, am 4. Mai des Hollunderstrauches und Apfelbaumes. Die Obstbaumblüthe war theilweise reichlich und vielversprechend, allein ein Frost in der Nacht vom 19. bis 20. Mai bewirkte das Abfallen der schön angesetzten Früchte und vernichtete die Hoffnungen des Winzers. Es gab weder Stein- noch Kernobst.

Am 2. Juni begann auf leichtem Boden die Kornblüthe, am 24. Juni die in Folge des Maifrostes nur spärliche Traubenblüthe.

Das vorherrschend trockene, häufig von rauhen Ostwinden begleitete Wetter im April und Mai hielt die Entwickelung der Herbstsaaten sehr zurück und hinderte die Bestockung der Gerstenfelder, so dass zu Ende des Monats Mai das Aussehen der Saaten nicht günstig war. Aber die ausgiebigen Regen und die warme Witterung im Monat Juni waren der ferneren Entwickelung des Getreides sehr günstig und förderlich.

Die Korn- und Gersten-Ernte wurde am 16. Juli begonnen und grösstentheils gut eingeheimst. Leider war aber die regnerische und nasse Witterung in der ersten Hälfte des Monates August der Weizen-Ernte sehr hinderlich und der Qualität nachtheilig. Doch war der Ertrag an Körnern und Stroh reichlich, die Frucht noch von ziemlich guter Qualität.

Auch die Ernte von Wiesenheu und Klee war nach Quantität und Qualität befriedigend.

Ebenso lieferte die Kartoffel-Ernte ein günstiges Resultat; um so unerfreulicher war jenes der Weinernte: die Quantität war eine minimale, die Qualität sehr mittelmässig.

1881. Die Schneedecke, welche vom 11. bis 29. Januar auf den Feldern lag, bot den Saaten wirksamen Schutz gegen die übermässige Kälte, welche vom 13. bis 26. Januar herrschte; diese äusserte einen sehr nachtheiligen Einfluss namentlich auf die Fruchtbäume, von denen viele, welche die Strenge des vorjährigen Winters verschont hatte, nachträglich zu Grunde gingen. — Die ersten Schneeglöckchen kamen am 9. März zu Markt; übrigens hielt die rauhe Temperatur des März die Vegetation noch sehr zurück. Am 24. April kam der Schlehdorn zur Blüthe. Am 29. begannen Kirschen- und Weichselbäume zu blühen; am 30. April begann die Blüthe der Birnbäume; am 4. Mai die der Zwetschgen-, am 15. Mai die der Apfelbäume, am 18. die des blauen Hollunders, dessen Blüthe sehr schön und reichlich war. Nach der heitern, aber sehr trockenen und windigen Witterung vom 11. bis 25. Mai erquickte ein sehr erfrischender, reichlicher Regen die lechzende, ausgetrocknete Erde. Am 31. Mai begann am Korn die Blüthe. Die günstige Witterung des Monats Juni förderte die Entwickelung der sämmtlichen Feldfrüchte ungemein, und insbesondere erweckte der Weinstock, dessen Blüthe am 23. Juni begann und sehr gleichmässig verlief, die besten Hoffnungen. Am 25. Juli begann die Heuernte und schloss am 3. Juli. Wegen der grossen Trockenheit und Dürre war der Ertrag nicht zureichend. Am 18. Juli begann die Kornernte, fast gleichzeitig der Gerstenschnitt. Sämmtliche Getreidefrüchte lieferten eine gute Mittelernte. Empfindlich wurde der Futtermangel noch gesteigert durch die Verheerungen, welche der Mäuse-Frass auf vielen Markungen angerichtet hatte.

Mit dem 10. August erfolgte ein totaler Umschlag des Charakters der Witterung, welche, bisher trocken und heiss, nun kühl und regnerisch wurde und die bisher berechtigten Hoffnungen auf ein ausgezeichnetes Weinjahr gründlich vernichtete. Der nasskalte Spätsommer und Herbst war der völligen Reife der Trauben nachtheilig und wegen zunehmender Fäulniss wurde mit der Weinlese schon am 17. October begonnen. Die Quantität war gering, die Qualität mittelmässig. Der Ertrag

der Kartoffel-Ernte war gut, aber die auf schwerem Boden gewachsene Frucht neigte wegen der nasskalten Witterung zur Fäulniss. Der Ertrag der Zwetschgenbäume war gering, besser jener der Aepfelbäume.

4. Verhalten der Zugvögel.

1880. Am 22. Februar wurden die ersten Lerchen, am 15. Februar die ersten Staaren bemerkt; am 7. März sah man die erste Schnepfe, am 11. März den ersten Storch. Die ersten Schwalben wurden vereinzelt am 7. April wahrgenommen; in grösserer Menge am 28. April.

Der Abzug der Störche erfolgte in der Mitte des Monats August und am 26. September war auch die letzte Schwalbe weiter gezogen.

1881. Die Ankunft der Staaren und Lerchen erfolgte am 16. Februar. Am 6. März erschien der erste Storch in der Gegend. Am 10. März wurde die erste Schnepfe geschossen und am 12. März der erste Kukuksruf vernommen. Am 10. April wurden die ersten Schwalben beobachtet.

In der ersten Augustwoche verliessen die Störche unsere Gegend wieder; Ende September die Schwalben; die letzten wurden am 18. October noch gesehen.

5. Boden-Untersuchungen.

a) Boden-Temperaturen.

(Hiezu Tafel VIII Fig. 3).

Die Boden-Temperatur-Messungen wurden in den Jahren 1880 und 1881 in den Bohrlöchern der drei Stationen: Polizeihof, Marien-Apotheke am Exerzierplatze und Hofgarten vorgenommen, nachdem in dem ersteren auch in einer Tiefe von 3 m noch ein Thermómeter angebracht worden war. Die Erfahrung lehrte, dass die Beobachtung an den beiden ersten Stationen insofern der Zuverlässigkeit ermangeln, als die hier befindlichen beiden Bohrlöcher im Niveau des Grundwassers liegen oder richtiger den Fluktuationen des Main-Wasserstandes ausgesetzt sind und es keinem Zweifel unterliegt, dass das in denselben in einer Tiefe von 3 m nicht selten befindliche Wasser den Thermometerstand wesentlich beeinflusst. Zuverlässig sind desshalb nur die im Bohrloche des Hofgartens vorgenommenen Messungen, das solchen Störungen nicht ausgesetzt ist.

Ein Blick auf die in Taf. VIII Fig. 3 enthaltene graphische Darstellung der von 8 zu 8 Tagen gemachten Temperatur-Messungen [1]) liefert den Beweis für das eben Gesagte. Während die Curven aus dem Polizeihofe und der Marien-Apotheke, namentlich aus ersterem, in beiden Jahren, besonders aber im Jahre 1881 ein auffallend unruhiges Hin- und Herschwanken erkennen lassen, bewegen sich die aus dem Hofgarten mit sehr seltener Ausnahme in einer gleichmässig fortlaufenden, mässig und stetig steigenden oder fallenden Linie, die sicherlich am meisten den thatsächlichen Verhältnissen getreu entspricht.

Es wird sich desshalb empfehlen, diese Beobachtungen künftighin nur in der Hofgarten-Station zu machen, deren Resultate, wie die Curven in Fig. 3 erkennen lassen, auch in den beiden Jahren 1880 und 1881 eine verhältnissmässig grosse Uebereinstimmung zeigen.

b) Grundwasser- und Mainpegel-Stände.

(Hiezu Taf. VIII Fig. 4.)

Aehnliche unsichere Verhältnisse wie bei den Boden-Temperaturen finden sich auch bei den Messungen der Wasserhöhe — Grundwasser kann man dies kaum nennen — in den verschiedenen hiezu benützten Brunnen. Legt man nämlich in Fig. 4 die Curven des Mainpegelstandes und der Wasserhöhe der Brunnen in der Marien-Apotheke und im kgl. Schlosse aufeinander, so springt die Uebereinstimmung derselben untereinander sogleich deutlich in die Augen. Auch der Brunnen in der Kiliansgruft zeigte häufig eine grosse Verwandtschaft mit dem Stande des Maines; nur der Brunnen im Viertelhofe erscheint ziemlich selbstständig, obwohl auch seine Curven, wenn man sie in Taf. VIII Fig. 4 genau beobachtet, eine gewisse Beeinflussung durch den Stand des Mainspiegels nicht verkennen lassen.

Diese Verhältnisse werden sich, da sie auf der eigenthümlichen Lagerung und Schichtung des Wellenkalkes beruhen, auf welchem die Stadt Würzburg sich ausbreitet, nie ändern und es können für die Zukunft auch derartige Grundwasser-Messungen mit Ausnahme der im Kiliansbrunnen in der Neumünsterkirche füglich unterbleiben, da sie ein besonderes medicinisch-wissenschaftliches Interesse nicht bieten.

---

[1]) Der Kürze wegen geben wir diese unter Hinweglassung der Zahlen nur in Curven.

II. Statistischer Abschnitt

1. Stand der Bevölkerung.

Die Bevölkerungsziffer der Stadt Würzburg betrug nach der Volkszählung vom 1. Dezember 1880 = 51024 Personen, von welchen dem männlichen Geschlechte 24934, dem weiblichen 26090 angehörten.

Mit Berücksichtigung des jährlichen Zuwachses durch Geburten und Einwanderungen berechnet sich für den 1. Juli 1881, als die Mitte des Berichtjahres, nachstehende Bevölkerungsziffer:

Bevölkerung vom 1. Dezember 1880	51024
Monatlicher Zuwachs pro Dezember 1880 mit Juni 1881 (7 × 104)	728
Summa	51752

Berechnet man auf dieselbe Weise die Zahl der beiden Geschlechter getrennt, so ergeben sich für den 1. Juli 1881:

25334 Personen männlichen Geschlechts,
26418 „ weiblichen „
Summa 51752

also ein Ueberschuss der Frauen von 1084 oder 4,1%.

Die Spitalbevölkerung (die Pfründer abgerechnet, welche bei der Volkszählung mitgezählt als Ortseinwohner gelten), bezifferte sich am 1. Juli 1881 auf:

	Männer	Weiber	zusammen
Auswärtige Kranke:	167	125	292
Pfleglinge der Kreis-Entbindungs-Anstalt	—	19	19
Summa	167	144	311

Die gesammte und die autochthone Bevölkerung der Stadt Würzburg berechnet sich demnach für den 1. Juli 1881 folgendermassen:

	Männer	Weiber	zusammen
Gesammtbevölkerung:	25334	26418	51752
Ab Spitalbevölkerung:	167	144	311
Autochthone Bevölkerung:	25157	26264	51441

Der Bestand der einzelnen Altersklassen ebenso wie für die Gesammtbevölkerung berechnet, war zu derselben Zeit (mit

Rücksicht auf die Volkszählung vom 1. Dezember 1880) folgende:

Altersklassen	männlich	weiblich	zusammen
1. Jahr	568	591	1159
2. Jahr	567	564	1131
3.— 5. Jahr	1535	1616	3151
6.—10. „	2184	2114	4298
11.—15. „	2120	2034	4154
16.—20. „	2775	2265	5040
21.—25. „	4260	2782	7042
26.—30. „	2092	2360	4452
31.—40. „	3366	4162	7528
41.—50. „	2675	3222	5897
51.—60. „	1726	2406	4132
61.—70. „	946	1521	2467
71.—80. „	411	654	1065
81.—100. „	109	127	236
	25334	26418	51752

2. Bewegung der Bevölkerung.

(Hiezu Tabelle I, II, V und Tafel IX.)

A. Trauungen.

Die Zahl der Eheschliessungen betrug im Jahre 1880 337, im Jahre 1881 dagegen 325; sie hat sich demnach um 12 vermindert und berechnet sich für 1880 auf 0,66%, für 1881 auf 0,63% der Bevölkerung. Die Brautpaare waren im Jahre 1881 in 218 Fällen katholischer, in 28 protestantischer, in 22 israelitischer und in 57 gemischter Religion. Wittwer haben sich 61, Wittwen 27 wieder verheirathet. Durch diese Ehen wurden legitimirt 52 ausserehelich geborene Kinder.

B. Geburten.

1. Lebendgeborene.

(Hiezu Tabelle I und Tafel IX Fig. 1 u. 2)

Lebende Kinder wurden geboren:

		1880	1881
	in der Gesammtbevölkerung	1556	1526
hievon	in der Stadtbevölkerung	1284	1224
	in der Entbindungsanstalt	272	292

In der folgenden Tabelle sind diese Geburten nach verschiedenen Verhältnissen vertheilt und die Jahre 1876 mit 1881, sowie die Quinquennien 1871/75 und 1876/80 neben einander gestellt.

Es kommen demnach		in der Gesammtbevölkerung								in der Stadtbevölkerung							
		1876	1877	1878	1879	1880	1881	71/75	76/80	1876	1877	1878	1879	1880	1881	71/75	76/80
Auf 1000 Einw.	Geburten	35,1	34,6	32,7	32,5	30,5	29,9	31,6	33,1	29,5	28,9	27,8	28,0	25,1	24,0	26,3	27,8
Auf 1 getrautes Paar	Ehel. Geborene	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6	2,7	2,8	3,1	3,3	3,4	2,1	2,9
Auf 100 lebend Geborene	Unehel. Geborene	26,4	27,8	25,4	25,6	26,7	27,0	24,9	26,4	13,3	14,4	13,5	14,5	13,8	12,6	10,0	13,9
Auf 100 lebend Geborene	Zwillinge	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3	1,09	1,1	1,16	0,8	1,1	—	1,0
Auf 100 lebend Geborene	Knaben	52,8	49,3	51,1	50,0	50,7	49,4	51,5	50,9	52,4	49,0	50,6	50,4	50,5	49,7	51,3	50,6
Auf 100 lebend Geborene	Mädchen	47,2	50,7	48,9	49,0	49,3	50,6	48,5	49,1	47,6	51,0	49,4	49,6	49,5	50,3	48,7	49,4
Geburtsüberschuss in % der Bevölkerung		0,2	0,48	0,22	0,34	0,38	0,26	0	0,32	0,4	0,34	0,18	0,30	0,38	0,26	0,1	0,32

Es ist demnach die Geburtsziffer der Gesammtbevölkerung im Jahre 1880 um 2‰, im Jahre 1881 um 0,6‰ gegen das Vorjahr zurückgegangen, während das Quinquennium 1876/80 gegenüber dem von 1871/75 eine Zunahme von 1,5 gezeigt hat. In absoluten Zahlen fiel die Geburtsziffer im Jahre 1880 um 53, im Jahre 1881 um 49 gegen das Vorjahr.

In den deutschen Städten ist ausweislich der Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes die Geburtsziffer i. J. 1880 gegenüber 1879 von 38,6 auf 37,1 $^0/_{00}$, also um 1,5 $^0/_{00}$ und im Jahre 1881 auf 36,5 $^0/_{00}$, also um 0,6 $^0/_{00}$ zurückgegangen.

Die Geburtsziffer betrug in den Städten

	1880	1881
des Ostsee-Küstenlandes	34,6	32,9 $^0/_0$
des Oder- und Wertha-Gebietes . .	36,6	36,3 $^0/_0$
des süddeutschen Hochlandes . . .	36,8	36,1 $^0/_0$
des mitteldeutschen Gebirgslandes .	36,5	36,8 $^0/_0$
des sächsisch-märkischen Tieflandes .	36,7	35,8 $^0/_0$
des Nordsee-Küstenlandes	36,9	35,8 $^0/_0$
der niederrheinischen Niederung . .	40,9	41,3 $^0/_0$
der oberrheinischen Niederung . . .	32,4	32,2 $^0/_0$
in den deutschen Städten zusammen	37,1	36,5 $^0/_0$
in Würzburg	30,5	29,9 $^0/_0$

der Bevölkerung.

Würzburg nimmt überhaupt in der 30 Städte umfassenden Gruppe des „mitteldeutschen Gebirgslandes“, unter welchen Meerane im Jahre 1880 mit 49,8 und im Jahre 1881 mit 48,3 und Glauchau im Jahre 1880 mit 48,6 und im Jahre 1881 mit 44,2 $^0/_{00}$ obenan stehen, einen ziemlich niedern Rang ein. Ihm nach stehen nur Kassel mit 29,2 u. 28,4, Bayreuth mit 28,2 u. 29,0, Weimar mit 27,5 u. 27,7 und Koburg mit 21,7 u. 29,0 $^0/_{00}$. Aufwärts stehen ihm zunächst Göttingen mit 31,5 u. 32,7, Bamberg mit 31,6 u. 30,2, Naumburg a/S. mit 31,7 u. 30,3 $^0/_{00}$.

Die eheliche Fruchtbarkeit ist von 3,1 im Jahre 1879, 3,3 im Jahre 1880 um etwas, bis zu 3,4 im Jahre 1881 gestiegen. Berechnet man aber die Zahl der gebärfähigen Frauen im Alter von 15—45 Jahren auf 12800, so ergibt sich ein Fruchtbarkeits-Coëfficient der gebärfähigen Frauen von 11,9 $^0/_0$ bezüglich der lebend Geborenen und von 12,2 $^0/_0$ bezüglich aller incl. Todtgebornen gegenüber von 12,6 und 13,1 des Jahres 1879, also ein geringer Rückgang.

Die Zahl der unehelich Geborenen in der Gesammtbevölkerung auf 100 lebend Geborene 1879 = 25,6, 1880 = 26,7 und 1881 = 27,0 $^0/_0$, ist also in diesen 2 Jahren um 2,1 $^0/_0$ gestiegen; in der Stadtbevölkerung dagegen betrug sie 1879 = 14,5; 1880 = 13,8 und 1881 = 12,6 $^0/_0$, hat also fast um dieselbe Zahl sich vermindert. In dem Quinquennium 1871/75 be-

trug sie für die Gesammtbevölkerung 24,9%, im Quinquennium 1876/80 dagegen 27,0%; hat sich also um 2,1% vermehrt, während sie in dem gleichen Zeitraume in der Stadtbevölkerung von 10,0 auf 12,6%, also um 2,6% gestiegen ist. Besonders zu beachten ist übrigens die Differenz in der Zahl der unehelich Gebornen für die Gesammt- und für die Stadtbevölkerung; sie beträgt für das Quinquennium 1876/80 = 12,5 und für das Jahr 1881 = 13,4%, eine Differenz, welche bei der Gesammtbevölkerung natürlich der Entbindungs-Anstalt zur Last fällt.

Die Zahl der Zwillingsgeburten (18) ist wie immer eine sehr geringe.

Die Zahl der Knaben, welche schon im Quinquennium 1876/80 gegen das vorige um etwas (0,6%) abgenommen, ist im Jahre 1881 vollends hinter der der Mädchen in der Gesammtbevölkerung um 1,2%, in der Stadtbevölkerung um 0,6% zurückgeblieben, so dass der Ueberschuss der in der Entbindungsanstalt geborenen ausserehelichen Mädchen genau 0,6% beträgt.

Die zeitliche Vertheilung der Geburten in den letzten 2 Jahren ist (ausgeschieden nach lebend und todt, ehelich und unehelich, männlich und weiblich Geborenen) aus Tabelle I, auf 1000 Einwohner berechnet auf Taf. XI. Fig. 1 und 2, sowie für 3 Jahre aus der folgenden Uebersicht zu entnehmen.

Monate	1879	1880	1881		
	Auf 1 Jahr und 1000 Einwohner	Auf 1 Jahr und 1000 Einwohner	Zahl der Geburten	Darunter in der Entbindungs-anstalt	Auf 1 Jahr und 1000 Einwohner
Januar	32,0	29,7	128	30	29,8
Februar	27,9	31,1	129	22	29,9
März	37,6	30,8	151	35	35,0
April	34,9	29,7	142	24	32,9
Mai	33,9	33,1	133	31	30,8
Juni	29,3	33,4	130	20	30,1
Juli	33,2	34,4	134	24	30,8
August	33,7	29,3	116	15	26,8
September	34,2	29,4	148	32	34,3
October	31,5	36,1	115	22	26,8
November	32,7	29,7	118	29	26,9
December	29,1	29,7	128	26	29,8
	32,5	31,4	1572	310	30,3

Die Frühjahrs-Monate März, April, Mai, haben, wie dies in Würzburg fast die Regel, die grössere Zahl von Geburten; eine Stabilität in der Häufigkeit derselben nach Zeiträumen lässt sich jedoch nicht behaupten.

Die örtliche Vertheilung der Geburten ist aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

	Districte	Bestehende Einwohnerzahl*)	Geburten								
			ehelich	unehelich	Summa	auf 1000 Bewohner			uneheliche auf 100 Geburten		
		1881	1881			1879	1880	1881	1879	1880	1881
I.	Obere Abtheilung	6518	138	11	149	26,7	22,3	22,8	10,6	9,9	7,3
	Untere Abtheilung	3539	98	2	100	33,7	28,2	27,9	10,5	5,7	2,0
	Rennweg u. Pleicher Glacis . . .	1093	45	—	45	45,2	41,1	41,1	9,4	6,4	—
	Grombühl . . .	1814	59	11	70	47,0	49,0	38,5	15,5	14,9	15,7
	Lehnleite, Faulenberg, Neumühle, VersbacherStrasse	388	7	6	13	—	32,4	33,4	23,5	32,7	46,0
		13352	367	30	397	39,6	30,6	32,0	15,7	16,3	8,3
II.	Obere Abtheilung	4191	89	6	94	22,9	22,0	22,6	6,3	7,5	6,3
	Untere Abtheilung	6787	131	15	146	23,1	22,9	21,5	12,2	12,0	10,2
		10978	220	21	241	23,0	22,1	21,7	9,2	8,1	8,7
III.	Obere Abtheilung	2414	36	8	44	20,0	21,2	18,2	6,5	15,0	18,1
	Untere Abtheilung	4261	82	17	99	29,7	28,5	23,2	22,7	18,2	17,1
		6675	118	25	143	24,8	23,2	21,4	14,6	11,1	17,4
IV.	Obere Abtheilung	2722	56	9	65	23,4	22,7	23,8	8,7	9,2	13,8
	Untere Abtheilung	4516	106	22	128	32,4	31,3	28,5	18,9	18,0	17,1
	Sanderau . . .	3101	98	24	122	41,1	41,5	39,8	16,3	15,4	19,6
	Sander Glacis . .	1091	17	—	17	16,3	14,2	15,5	12,5	7,0	—
	Kantstrasse, Artill.-Kaserne, Josefshof etc. . . .	592	23	5	28	—	43,0	47,3	6,2	11,2	17,8
		12022	300	60	360	28,3	30,1	29,8	12,5	12,0	16,6
V.	Obere Abtheilung	1837	33	4	37	29,0	30,2	20,1	18,3	14,7	10,8
	Untere Abtheilung	3579	71	21	92	31,9	29,4	25,4	24,7	22,3	22,7
	Frankfurter Strasse, Jägerstrasse, Talavera, Neue Welt Festung etc. .	925	25	3	28	24,8	25,7	30,2	5,4	8,5	10,7
	Leistenstrasse .	473	11	4	15	35,7	33,5	31,7	35,7	31,7	27,3
		6814	140	32	172	30,3	23,5	25,2	18,1	18,5	18,6

*) Excl. Militär, Juliusspital und Entbindungs-Anstalt.

Die örtliche Vertheilung der Geburten ist im Ganzen und Grossen in den letzten 3 Jahren sich ziemlich gleich geblieben. Die höchste Geburtsziffer hat consequent der I. Distrikt in den äusseren Gegenden, von denen die eine, das Glacis ebenso aristokratisch, wie die andere, das Grombühl, das Arbeiter- und Fabrikviertel, plebejisch ist; letzterem am nächsten steht im IV. Distrikt das zweite Arbeiterviertel Würzburgs die Sanderau und ihre Anhänge in der Kantstrasse (früherer Philosophen-Weg) etc., sodann die äusseren Theile des V. Distriktes, Frankfurter-, Jäger-, Leistenstrasse u. s. w. — eine Bestätigung der alten Erfahrung, dass der Arbeiter, dem der geschlechtliche Genuss so viele Entbehrungen ersetzen muss, auch desshalb am produktivsten ist, weil ihm die Raffinessen der Cohabitation, die Ermöglichung des Genusses ohne lästige Folgen, die Basis des 2- und 3-Kinder-Systems zum Glücke noch fremd sind.

Auch die Ziffern der ehelichen Geburten lassen keine wesentlichen Differenzen erkennen; bezüglich der unehelichen dagegen fällt vor Allem der Distrikt Lehnleite im I. Distrikt mit 46% auf, der aber bei der geringen Zahl der Geburten überhaupt daselbst weniger schwer ins Gewicht fallen dürfte. Die Leistenstrasse (früher Kühbachsgrund) hat sich, obwohl ihre Bevölkerung die profanste ist, bezüglich der unehelichen Geburten um ein Wesentliches gebessert.

Bezüglich der Lage der Kinder zu den Geburten ergeben sich auf Grund der Hebammen-Tabellen folgende Uebersichten.

Von den geborenen Kindern (incl. Todtgeburten) stellten sich zur Geburt

	1879		1880		1881	
	absol.	in %	absol.	in %	absol.	in %
in Hinterhauptslage	1371	96,01	1523	93,96	1499	95,34
Scheitel-, Stirn- und Gesichtslage	8	0,55	13	0,80	11	0,36
in Steisslage	20	1,36	34	2,10	22	1,40
Fusslage	17	1,18	23	1,35	18	1,26
Querlage	13	0,90	28	1,78	22	1,37

Die hier zusammengestellten 3 Jahre ergeben für alle Kinderlagen nahezu die gleichen und zwar dieselben Verhältnisse, wie sie die geburtshilfliche Statistik im Allgemeinen ersehen lässt.

2. Todtgeburten.

Die Zahl der Todtgeburten betrug im Jahre 1881 = 46 (gegen 65 im Jahre 1880 und 65 im Jahre 1879), von denen 18 auf das Entbindungshaus treffen.

Eine Zusammenstellung der letzten 6 Jahre sowie der Quinquennien 1871/75 und 1876/81 ergibt die nachstehenden Verhältnisse in Procenten aller Geborenen:

	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1871/75	1876/80	1871/80
Gesammtbevölkerung	5,5	3,7	4,4	3,8	4,1	2,9	4,6	4,3	4,5
Stadtbevölkerung	4,6	2,9	4,0	3,8	3,9	2,2	4,3	3,8	4,1

Während also die Zahl der Todtgeburten in den beiden letzten Quinquennien sich nahezu gleichgeblieben, minderte sich dieselbe im Jahre 1881 um ein Bedeutendes.

In der Entbindungsanstalt treffen auf 100 Geburten: 5,8 Todtgeb.,
In der Stadt treffen auf 100 eheliche Geburten: 2,5 „
„ „ „ „ „ 100 unehel. „ 3,2 „
Von 100 Knaben wurden todtgeboren: 3,2 „
„ 100 Mädchen „ „ 2,8 „

Aus den Hebammen-Tabellen lassen sich folgende Ursachen der Todtgeburten constatiren:

Faultodt	14 = 30,4 %	aller Todtgeburten.
Frühgeburten	5 = 10,8 %	„ „
Querlagen	6 = 22,0 %	„ Querlagen.
Steisslagen	4 = 20,0 %	„ Steisslagen.
Fusslagen mit Extraction	5 = 10,8 %	„ Todtgeburten.
Zangen-Entbindungen	2 = 3,7 %	„ Zangen-Entbind.
Perforation	3	
Vorfall der Nabelschnur	2	
Placenta praevia	1	
Ohne nähere Angabe	4	
	46	

Von den Todtgeburten waren demnach faultodte und frühgeborene Früchte 19 = 41,2 %, also nahezu die Hälfte; nachgewiesener Massen gingen hievon im Entbindungshause 5 durch Syphilis zu Grunde; der Tod des Kindes wurde ferner veranlasst bei 28,2 % durch fehlerhafte Lage, bei 23,9 % durch schwere künstliche Entbindungen.

3. Künstliche Entbindungen.

Von den 1572 im Jahre 1881 geborenen Kindern wurden 86 oder 5,4 % durch Kunsthilfe zur Welt gebracht, wie dies des Näheren aus der hier folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist.

Art der künstlichen Entbindung	Zahl	Die Mutter lebt	Die Mutter starb	Das Kind lebend	Das Kind todt
Zangen-Geburt	54 1 Zwilling	53	—	52	2
Wendung	22	21	1	16	6
Extraction	6	6	—	4	2
Künstliche Frühgeburt	1	1	—	—	1
Perforation	3	2	1	—	3
Summa	86	83	2	72	14
Placenta praevia	1	1	—	1	—
Nachgeburts-Operationen	27	27	—	27	—
Summa aller Geburten	1572				
Von diesen Geburten waren also künstliche	5,4 %				

Von den künstlich entwickelten Kindern kamen demnach 14 oder 16,1 % todt zur Welt; von den künstlich entbundenen Müttern starben 2 oder 2,3 %.

38 dieser künstlichen Entbindungen kamen in der Kreis-Entbindungs-Anstalt (auf 310 Geburten) und 48 in der Stadt (auf 1262 Geburten) vor.

Das Verhältniss der einzelnen geburtshilflichen Operationen zu der Zahl der Geburten ist für die letzten 6 Jahre folgendes:

Es wurden entbunden:

	1876	1877	1878	1879	1880	1881	
mit der Zange	1,9	1,9	1,9	2,1	2,2	3,5 %	der Gebärenden
durch Wendung	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,4 „	
„ Extraction	—	—	0,4	0,9	0,7	0,3 „	
„ Perforation	—	—	0,07	0,07	0,09	0,19 „	

Das Jahr 1881 brachte demnach, namentlich was die Anwendung der Zange betrifft, eine Zunahme der künstlichen Entbindungen.

C. Sterbefälle.

(Ohne Todtgeburten.)

(Hiezu Tabelle II, III, IV, V und Taf. XI Fig. 3 mit 10).

1. Sterblichkeit im Allgemeinen.

Im Jahre 1880 starben in Würzburg 1362 Personen, von welchen 191 Ortsfremde waren; im Jahre 1881 aber 1388, darunter 198 Ortsfremde.

Im Vergleiche mit den Vorjahren ergeben sich folgende Sterblichkeitsziffern:

In ‰ der	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1871/75	1876/80	1871/80
Gesammtbevölkerung	30,5	29,7	30,5	29,1	27,5	26,8	27,4	29,4	28,4
Stadtbevölkerung	25,4	25,5	26,5	25,2	23,6	23,5	27,4	25,2	26,3

Die Sterblichkeit ist demnach sowohl was die einzelnen Jahre als die Quinquennien betrifft, in stetiger Abnahme begriffen und hat im Jahre 1881 den bisher niedrigsten Stand erreicht.

Nicht ohne Interesse dürfte in dieser Beziehung ein Vergleich mit der Sterblichkeit in den deutschen Städten überhaupt sein, wie wir ihn den Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamtes pro 1879, 1880 und 1881 entnehmen. Es betrug hier nämlich die Sterbeziffer

	1879	1880	1881
der Städte des Oder- und Wertha-Gebietes . .	28,9	29,9	30,1
„ „ „ süddeutschen Hochlandes . .	29,9	29,1	28,5
„ „ „ Ostsee-Küstenlandes	25,9	27,0	26.7
„ „ „ Mitteldeutschen Gebirgslandes.	25,8	26,2	26,3
„ „ „ sächsisch-märkischen Tieflandes	26,9	26,6	25,6
„ „ der Niederrheinischen Niederung .	25,8	27,4	25,1
„ „ „ Oberrheinischen Niederung . .	24,6	23,6	23.4
„ „ des Nordsee-Küstenlandes	24,7	24,9	23.2
Allgemeine Sterbeziffer	26,6	26,8	26,1

Die Sterblichkeit in den einzelnen Städtegruppen zeigt während dieser 3 Jahre keine besonders grossen Differenzen; im Allgemeinen war die Sterblichkeit im Jahre 1881 um 0,7 geringer als im Jahre 1880 und um 0,5 als im Jahre 1879. Unter den 30 Städten des „Mitteldeutschen Gebirgslandes“, zu denen Würz-

burg gezählt wird, nimmt diese Stadt den 10. Platz ein, während Glauchau mit 36,2 den ersten und höchsten, die 4 thüringischen Städte Weimar mit 21,0; Eisenach mit 19,9, Coburg und Gotha mit je 19,6 aber die letzten und resp. günstigsten Plätze behaupten. — Ebenso wie hier, so schliesst Würzburg mit 30,3 pro mille auch das erste Drittel in den Sterblichkeitsziffern der 24 Städte, für welche Dr. *Graf* für das Jahr 1880 (das J. 1881 fehlt leider noch) die Sterblichkeitsvorgänge berechnet. (Aerztl. Int.-Bl. für 1881 p. 402). Ihm voraus gehen München mit 39,7; Straubing mit 38,4; Kempten mit 35,2; Regensburg mit 34,2; Erlangen mit 32,9; Augsburg mit 32,7; Ingolstadt mit 32,4; Speyer mit 31,6 p. mille. Am günstigsten situirt sind Aschaffenburg mit 21,6 u. Germersheim (wie seit 3 Jahren) mit 20,9 pro mille.

Nach der Höhe ihrer Sterblichkeit im Jahre 1881 und nach Kreisen geordnet ergibt sich folgende Reihenfolge der 24 Städte:

	1879	1880	1881
Pfalz	23,4	23,3	25,2
Unterfranken	28,6	29,1	26,7
Oberfranken	27,4	26,5	27,1
Mittelfranken	28,5	32,3	29,9
Niederbayern	31,1	34,2	30,9
Oberpfalz	32,2	30,6	31,2
Schwaben	38,4	38,9	33,9
Oberbayern	34,8	36,5	34,0
Die Durchschnittssterbeziffer beträgt	29,3	31,3	29,9 p. m.

Der Kreis Unterfranken nimmt also nach dieser Zusammenstellung in den Jahren 1879 und 80 den dritten, im Jahre 1881 den zweitbesten Platz ein.

2. Sterblichkeit nach Altersklassen.

a. Sterblichkeit im ersten Lebensjahre. (Kindersterblichkeit).

(Hiezu Tabelle II, III und Taf. XI Fig. 3, 7, 8, 9, 10.)

Die Zahl der im 1. Lebensjahre gestorbenen Kinder betrug

im Jahre 1879:	332	oder	20,6 %	von	1609	lebend	geborenen
„ „ 1880:	293	„	18,8 %	„	1556	„	„
„ „ 1881:	342	„	22,4 %	„	1526	„	„

Die Kindersterblichkeit, welche im Jahre 1880 mit 18,8% die niedrigste Ziffer seit Jahrzehnten erreicht hatte, ist demnach im Jahre 1881 wieder um ein bedeutendes (um 3,6%) gestiegen und wird die nachstehende Auseinandersetzung soweit möglich hierüber Aufschluss geben.

Berechnet man die Kindersterblichkeit der letzten 11 Jahre auf 10000 Lebende der Bevölkerung und auf 1000 im ersten Lebensjahre Stehende, so ergibt sich folgende Zusammenstellung:

Jahre	Einwohner	Kinder im 1. Lebensj.	Sterbefälle *)		Es kommen Sterbefälle im 1. Lebensjahre		
			überhaupt	im 1. Jahre	auf 10000 Lebende	auf 1000 im 1. Jahr Lebende	auf 100 Gestorbene
1871	40005	685	1771	403	100,7	588	22,7
1872	41247	748	1361	297	72,0	397	21,8
1873	42489	811	1326	323	76,0	398	24,3
1874	43731	874	1370	344	78,6	393	25,1
1875	44975	936	1525	262	80,4	386	23,7
1876	46217	999	1506	381	82,4	376	25,2
1877	47459	1061	1412	358	75,4	328	25,3
1878	48186	1095	1473	365	75,7	327	24,7
1879	49429	1157	1439	332	66,1	287	23,7
1880	50629	1284	1362	293	57,8	228	21,5
1881	51752	1234	1388	342	66,0	277	24,6

*) Die Ortsfremden sind hier mit eingerechnet.

Diese Uebersicht lässt aber auch erkennen, dass abgesehen von der nicht unbeträchtlichen Steigerung im Jahre 1881 die Kindersterblichkeit sowohl in Rücksicht auf je 10000 Einwohner wie auf 1000 im ersten Jahre Lebende in stetiger Abnahme begriffen ist.

Dieses günstige Verhältniss springt um so mehr in die Augen, wenn man aus den Veröffentlichungen des K. deutschen Gesundheitsamtes entnimmt, dass in den deutschen Städten auf 10000 Lebende im Jahre 1879 = 98,3 und im Jahre 1880 = 100,5 im Jahre 1881 = 93,0, in den Jahren 1877—79 = 101,1 Kinder im ersten Lebensjahre starben.

Noch instructiver ist ein Vergleich mit einigen anderen Städten des „Mitteldeutschen Gebirgslandes", welchen das k. d. Gesundheitsamt Würzburg zugetheilt hat. Es starben nämlich auf 10000 Einwohner:

in den Jahren	1877—79	1880	1881
in Kassel	55,1	48,4	56,3
Bamberg	74,8	71,9	63,8
Würzburg	72,7	57,4	67,0
Dresden	83,2	85,7	83,1
Erfurt	85,3	91,0	87,3
Halberstadt	96,6	104,0	101,1
Plauen i. V.	107,4	107,5	109,5
Zwickau	164,3	202,9	147,1
Chemnitz	158,7	159,1	173,8.

In dieser Gruppe hat also für das Jahr 1881 nur Kassel und Bamberg ein günstigeres Resultat aufzuweisen als Würzburg, während in fast allen anderen Städten ausserordentlich hohe Ziffern der Kindersterblichkeit sich präsentiren.

Nach Geschlecht und ehelicher oder unehelicher Abkunft geschieden, starben von 100 Lebendgeborenen

	männl.	weibl.	ehelich	unehel.	
1871/75	27,3	23,9	21,6	34,8	ohne Entbindungs-
1876/80	27,2	23,0	20,0	55,7	Anstalt.
1881	25,3	29,3	22,3	22,4	(mit Entb.-Anstalt.)
„	31,0	26,6	23,1	52,6	(ohne Entb.-Anst.)

Die Zunahme der Sterblichkeit im Jahre 1881 trifft gleichmässig das männliche und weibliche Geschlecht und gegenüber der Durchschnitte 1876—80 die unehelichen; diese noch mehr im Verhältniss zu 1880, wo ihre Sterblichkeit blos 48,2 $^0/_0$ betrug.

Die Vertheilung der Kindersterblichkeit auf die einzelnen Monats-Gruppen für die Jahre 1880 und 1881 ergibt folgendes Resultat:

a) In absoluten Zahlen:

Die Gestorbenen standen im	Männlich		Weiblich		Ehelich		Unehelich		Zusammen	
	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881
1. Monat	57	62	36	62	65	84	28	36	93	120
2. und 3. „	39	53	28	32	43	63	24	22	67	85
4. bis 6. „	31	36	38	30	52	49	17	17	69	66
7. „ 12. „	35	40	29	31	52	53	12	18	64	71
1. Lebensjahr	162	191	131	165	212	249	81	93	293	342
Lebend Geborene incl. Entbind.-Haus	789	754	767	772	1140	1113	416	413	1556	1573
Lebend Geborene excl. Entbind.-Haus	645	614	639	620	1116	1078	168	156	1284	1234

b) In % der Lebendgeborenen.

Die Gestorbenen standen im	Männlich		Weiblich		Ehelich		Unehelich		Zusammen	
	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881
1. Monat	7,2	8,2	4,7	8,0	5,7	7,5	6,7	8,7	5,9	7,6
2 und 3. „	4,9	7,0	3,6	4,1	3,8	5,6	5,7	5,3	4,3	5,4
4. bis 6. „	3,9	4,7	4,9	3,9	4,5	4,4	4,0	4,1	4,5	4,2
7. „ 12. „	4,4	5,3	3,7	4,0	4,5	4,7	2,8	4,2	4,0	5,5
im 1. Lebensjahr mit Entbind.-Haus	20,5	25,3	17,1	21,3	18,6	22,3	19,4	22,4	18,8	22,4
im 1. Lebensjahr ohne Entbind.-Haus	25,1	31,0	20,5	26,6	19,0	23,1	48,2	59,6	22,8	27,7

Die grösste Sterblichkeit fällt hier, wie dies immer der Fall ist, in allen Rubriken auf den ersten Monat; im 2. und 3. nimmt sie durchgehends um etwas, in einzelnen Reihen. z. B. 1880 bei den Knaben, 1881 bei den Unehelichen sogar bedeutend ab, fällt im 4.—6. Monate mit Ausnahme der Mädchen und der Ehelichen im Jahre 1880 um etwas, um in der letzten Hälfte des ersten Lebensjahres mit Ausnahme der Weiblichen und der Unehelichen im Jahre 1880 in gleicher Weise zu steigen.

Die Sterblichkeit der K n a b e n war in beiden Jahren eine grössere als die der M ä d c h e n sowohl im Ganzen als in den einzelnen Monaten mit einer Ausnahme im Jahre 1880, wo die Sterblichkeit der Mädchen im 4.—6. Monate die der Knaben um 1% übersteigt.

Die vorstehenden Zusammenstellungen lassen aber auch erkennen, welchen bedeutenden Einfluss die Zahl der in der Entbindungsanstalt geborenen Kinder auf die Sterblichkeitsziffern des ersten Lebensjahres ausübt, namentlich in Rücksicht auf die unehelich Geborenen, resp. um wie Vieles ungünstiger dieselben für die Sadt erscheinen, wenn man die Kinder der Entbindungsanstalt nicht mit einrechnet. Ich halte dies um so weniger gerechtfertigt, als von den 292 im Jahre 1881 in dieser Anstalt lebend geborenen Kindern, soweit sich dies aus dem vorhandenen Materiale berechnen lässt, 207 also ca. 71% bei ihren

Müttern oder in Pflege in hiesiger Stadt verblieben und unzweifelhaft ein bedeutendes Contingent zur Kindersterblichkeit lieferten.

Die Sterblichkeit der unehelichen Kinder verhält sich zu der Sterblichkeit im 1. Lebensjahre in jeder Monatsgruppe folgendermassen:

Es starben nämlich unehelich Geborene von 100 in jeder Monatsgruppe des ersten Lebensjahres überhaupt gestorbenen Kindern:

	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1871/75	1876/80
Im 1. Monat	27,0	41,1	40,1	28,1	30,1	30,0	42,1	33,3
„ 2. u. 3. Monat . . .	34,2	41,2	27,1	39,1	35,8	25,8	39,0	35,5
„ 4.—6. „ . . .	27,0	26,6	21,7	33,3	24,6	25,7	30,2	26,2
„ 7.—12. „ . . .	13,0	22,0	15,3	27,5	18,7	25,3	18,9	19,3
Im 1. Lebensjahre . .	25,8	34,9	27,8	32,2	27,6	27,1	33,7	29,6
Unehel. Geburten in % der Geburten . . .	13,3	14,4	13,5	14,5	26,7	27,0	10,0	25,9

Im Quinquennium 1871/75 ist die Sterblichkeit der unehelich Geborenen im ersten Monate grösser wie im 2. und 3.; umgekehrt ist dies im Quinquennium 1876/80; sehr verschieden in den einzelnen 6 letzten Jahren, so dass sich bestimmte Schlüsse hieraus nicht ziehen lassen. Nach meiner früher auf dem Lande gesammelten Erfahrung ist die Sterblichkeit der unehelich Geborenen allerdings am höchsten im 2. und 3. Monat, wie ich glaube desshalb, weil sich hier die Kinder, welche im ersten Monate meist noch an der Mutterbrust trinken, der Mehrzahl nach plötzlich an eine andere, oft sehr unzweckmässige Ernährungsweise gewöhnen müssen.

Die Krankheiten, welche die Todesfälle im ersten Lebensjahre zumeist bedingen, sind nachfolgend zusammengestellt:

Krankheitsformen	Zahl der im 1. Lebensjahr Gestorbenen						Darunter Eheliche						Unehelich Geborene					
	1880		1881		Zusammen		1880		1881		Zusammen		1880		1881		Zusammen	
	M.	W.	M.	W.	1880	1881	M.	W.	M.	W.	1880	1881	M.	W.	M.	W.	1880	1881
A. Ernährungsstörungen: Lebensschwäche	40	24	27	34	64	61	28	21	22	24	49	46	12	3	5	10	15	15
Abzehrung	27	21	31	22	48	53	17	13	18	14	30	32	10	8	13	8	18	21
Durchfall mit Cholera nostr.	38	33	34	20	71	54	26	18	29	13	44	42	12	15	5	7	27	12
Summa von A.	105	78	92	76	183	168	71	52	69	51	123	120	34	26	23	25	60	48
B. Acute Krankh. der Athmungsorgane	14	17	21	23	31	44	13	14	16	21	27	37	1	3	5	2	4	7
C. Fraisen	13	10	27	15	23	42	10	7	17	13	17	30	3	3	10	2	6	12
D. Tuberculose der Lungen	1	3	—	1	4	1	1	2	—	1	3	—	—	1	—	1	1	1
E. Keuchhusten	4	6	7	1	10	8	4	6	7	1	10	8	—	—	—	—	—	—
F. Syphilis	4	2	4	3	6	7	3	1	2	2	4	4	1	1	2	1	2	3
Summa A mit F	141	116	151	119	257	270	112	82	111	89	184	199	39	34	40	31	73	71

In Procenten der Lebendgeborenen jeder Categorie:

Krankheitsformen	M. 1880	W. 1880	M. 1881	W. 1881	Zus. 1880	Zus. 1881	M. 1880	W. 1880	M. 1881	W. 1881	Zus. 1880	Zus. 1881	M. 1880	W. 1880	M. 1881	W. 1881	Zus. 1880	Zus. 1881
A. Ernährungsstörungen: Lebensschwäche	5,7	3,1	3,5	4,5	4,1	3,9	4,8	3,7	3,9	4,3	4,3	3,0	5,5	1,4	2,5	4,6	3,6	3,6
Abzehrung	3,4	2,8	4,1	2,9	3,0	3,4	2,9	2,3	3,2	2,5	2,6	2,1	5,3	3,8	6,5	3,7	4,3	5,0
Durchfall	5,5	4,3	4,5	2,5	4,5	3,5	4,6	2,8	5,2	2,4	3,6	2,7	5,5	7,4	2,5	3,2	6,4	2,8
Summa A	13,3	10,1	12,2	9,8	11,7	11,0	12,3	9,1	12,4	9,1	10,6	10,7	15,7	12,4	11,6	11,6	14,4	11,6
B. Acute Krankh. der Athmungsorgane	1,7	2,2	2,7	2,9	1,9	2,8	2,4	2,4	3,0	3,7	2,3	2,4	0,3	1,4	2,5	0,9	0,9	1,6
	1,6	1,3	3,5	2,0	1,4	2,6	2,0	1,2	3,1	2,4	1,4	1,9	1,3	1,4	5,0	0,9	1,2	2,8
C. Fraisen	0,1	0,3	—	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	—	0,1	0,2	—	—	0,4	—	0,4	0,2	0,2
D. Tuberculose der Lungen	0,5	0,6	0,9	0,1	0,6	0,8	0,6	0,6	1,2	0,1	0,8	0,5	—	—	—	—	—	—
E. Keuchhusten	0,5	0,2	0,5	0,3	0,4	0,7	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	1,0	0,4	0,4	0,7
Summa B—E	4,5	5,0	7,8	5,6	4,8	6,6	7,1	5,3	7,6	6,9	5,5	5,7	2,4	4,4	8,6	2,7	3,1	5,5
Summa A mit F	17,8	15,1	20,0	15,4	16,5	17,6	19,4	14,4	20,0	16,0	16,1	16,4	18,1	16,8	20,2	14,3	17,5	17,1

Die Zahl der Todesfälle im ersten Lebensjahre in Folge von Ernährungsstörungen ist in beiden Jahren im Ganzen nahezu gleich 11,7 und 11,0%) und keine hohe.

Die ehelich Geborenen zeigen eine etwas geringere (10,6 u. 10,7), die unehelich Geborenen aber eine um etwas höhere Sterblichkeit, (14,4 u. 11,6) welche übrigens im Jahre 1881 um nahezu 3% sich vermindert hat. Die übrigen unter B-F aufgeführten Krankheiten ergeben gegenüber denen unter A eine bedeutend geringere Zahl an Sterbefällen.

Die Sterblichkeit der Knaben ist im Allgemeinen eine um etwas höhere als die der Mädchen.

Die Summe der Sterbefälle von A mit F ist bei den unehelich geborenen Knaben nur um 1% höher als bei den ehelichen, während sie bei den unehelich geborenen Mädchen sogar um 0,5 niedriger ist.

Ein besonders günstiges Verhältniss zeigt die Zahl der Sterbefälle an Durchfall Fig. 6a im Jahre 1881 gegen das Jahr 1880: in der Gesammtsumme ist sie um 1%; bei den ehelich Geborenen um 0,9 und bei den unehelich Geborenen sogar um 3,6% geringer als im Jahre 1880, was um so auffallender ist, als in beiden Jahren die meteorologischen Verhältnisse ziemlich normale, untersich wenig abweichende waren.

Was die jahreszeitliche Vertheilung der Sterbefälle zunächst an Durchfall betrifft, so zeigt die kleine Curve Taf. IX Fig. 6a einen niedrigen Stand derselben in den Monaten Januar mit Juni 1880, noch niedriger und zwar ganz gleich in denselben Monaten 1881 und in den Monaten März und Mai gar keine Todesfälle. Die folgenden 4 Monate Juni mit Oktober haben in beiden Jahren fast die gleiche Steigung und Höhe, was auch mit dem Sinken in den Monaten Oktober mit Dezember der Fall ist.

Die jahreszeitliche Vertheilung der Kindersterblichkeit (Taf. IX Fig. 3, 9, 10) überhaupt in den beiden letzten Jahren zeigt übereinstimmend Steigerungen in der Höhe in den Monaten März, Mai, August und November und ein Fallen im April und Oktober, während sie in den Monaten Januar, Februar und Juli wesentlich differirt, um im Dezember sich ganz zu gleichen.

Ebenso bemerkenswerth ist der niedrige Stand der Kindersterblichkeit im Juli 1880 (19) wie dessen schnell aufsteigende Höbe (von 20 auf 47 Todesfälle) im Juli 1881 und es ist dies

um so auffallender, als beide Monate in ihren Witterungsverhältnissen zu den normalen gehörten und unter sich mit Ausnahme der Niederschlagsmenge nur geringe Schwankungen zeigten. Es betrug nämlich in Würzburg das Monatsmittel

	des Luftdrucks in mm	d. Temp. °C.	Relat. Feuchtigk. %	Niederschlag	Regentage
im Juli 1880	745,6	18,3	63,9	42,1	14
„ „ 1881	747,2	19,6	59,2	78,1	15

Im Allgemeinen waren Luftdruck- und Temperaturmittel dieser Monate ganz normal; der Juli 1880 war sehr gewitterreich und dadurch unbeständig; der Juli 1881 dagegen mit seiner erhöhten Kindersterblichkeit war bekanntlich das Ideal eines Hochsommer-Monates und hatte etwas reichlichere Niederschläge wie der 1880. Diesen Thatsachen gegenüber ist es nun allerdings nicht möglich, den Grund für die Differenz in der Kindersterblichkeit und die Höhe derselben (sie überragt das Monatsmittel um 20) in den Witterungsverhältnissen zu suchen und man könnte allenfalls nur ein häufiges Gähren der Nahrung, namentlich der Milch in dem etwas heisseren Juli 1881 beschuldigen.

Die zum grössten Theil noch von Dr. *Hofmann* bearbeiteten Curven auf Tafel IX Fig. 3 geben ein übersichtliches Bild über die Kindersterblichkeit der letzten 11 Jahre nach Monaten, Jahreszeiten und Prozenten der Kindersterblichkeit jeden einzelnen Jahres. Das Maximum der Kindersterblichkeit fällt in 7 Jahren (1873, 74, 75, 76, 78, 79 und 81) auf den Sommer, einmal (1871) auf den Winter, 3 mal (1872, 77 u. 80) auf den Frühling; das Minimum in 10 Jahren (1871, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80 u. 81) auf den Herbst und nur einmal (1877) auf den Winter.

Vergleicht man die Temperatur-Verhältnisse der entsprechenden Jahreszeiten unter sich, so findet man kaum eine Gleichheit; aber selbst da, wo eine Aehnlichkeit besteht, ist oft die Differenz in den Sterblichkeitsziffern eine um so grössere und es wird kaum gelingen, aus diesen Curven ein Regelmässigkeitsgesetz für die Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre zu entwickeln.

Bezüglich der örtlichen Vertheilung der Kinder-Sterbefälle in der Stadt Würzburg bestätigt die von mir auch für 1881 gefertigte Zusammenstellung genau die schon früher gemachten Erfahrungen, dass:

1) die Stadttheile mit sehr hoher Geburtsziffer und geringer Zahl an ausserehelichen Geburten wie das Rennweger-, Sander- und Pleicher-Glacis — fast nur von Wohlhabenden bewohnt — auch die niedrigste Ziffer der Kindersterblichkeit liefern, was natürlich umgekehrt ist in den Abtheilungen mit hoher allgemeiner und ausserehelicher Geburtsziffer wie Sanderau, Grombühl u. a. äussere Stadttheile, wo gleichzeitig eine minderwohlhabende Taglöhner- und Fabrikarbeiter-Bevölkerung sich niedergelassen hat; dass

2) in den Stadttheilen mit erhöhter Kinder-Sterblichkeit auch die Erkrankungen und Todesfälle an Infectionskrankheiten und Lungen-Tuberkulose am häufigsten sind und die Sterblichkeitsziffer bedeutend alteriren.

Gegenüber der Thatsache nun, dass gerade diese äusseren Stadttheile sich am meisten und reichlichsten guter Luft, Licht und Sonne erfreuen, dass die Strassen breit, die Häuser zweckmässig gebaut, zumeist mit Wasserleitung und Kanalisirung versehen sind, lässt sich mit Bestimmtheit annehmen, dass die seit Jahren unverhältnissmässig ungünstigen Morbilitäts- und Mortalitäts-Verhältnisse nur abhängig sein können von der schon erwähnten Qualität ihrer Bewohner, deren Nahrung, Kleidung, Lebensweise überhaupt sowie von der Quantität in Rücksicht auf die fast durchgängige Ueberfüllung der an und für sich guten und gesunden Wohnungen.

Mit der Sterblichkeit im engsten Zusammenhange steht die Ernährung der Kinder im ersten Lebensjahre und es ist desshalb gerechtfertigt, ihrer hier zu gedenken.

Von den im Jahre 1881 lebend geborenen Kindern, 1526 an der Zahl, wurden ausweislich der Hebammen-Tabellen 1283 oder 84,1% von der Mutter gestillt, 243 oder 15,9% künstlich genährt. (Die Zahl der künstlich aufgefütterten Kinder betrug im Jahre 1878 = 10,4%; im Jahre 1879 = 11,6%; im Jahre 1880 = 12,2%, ist also im Laufe dieser Jahre um etwas gestiegen.)

Als Ursachen des Nichtstillens sind in denselben Tabellen 97 mal Mangel an Milch; 49 mal allgemeine Schwäche oder Erkrankung der Mütter und 32 mal wunde Brustwarzen angegeben.

Im ersten Lebensjahre starben nun 342 Kinder, von denen 61 an Lebensschwäche bald nach der Geburt gestorbene in Abzug zu bringen sind, so dass sich die Zahl auf 281 reducirt. Aus der Vergleichung der Leichenschau-Scheine, welche in der Stadt Würzburg eine besondere Rubrik über die Ernährung der Kinder im 1. Lebensjahre enthalten, ergibt sich nun, dass von diesen 281 Kindern

von der Mutter bis zum Tod gestillt	wurden	87	oder	31,0 %
„ „ „ eine Zeitlang „	„	17	„	6,0 „
künstlich ernährt	„	177	„	63,0 „
		281	„	100 %

Wenn die hohe Sterblichkeit der künstlich genährten Kinder schon aus diesen Zahlen hervorgeht, welche ersehen lassen, dass fast die Hälfte aller im ersten Lebensjahre Gestorbenen künstlich aufgefüttert wurde, so dürfte eine Zerlegung dieser Zahlen in die verschiedenen Altersperioden ein weiteres Interesse bieten.

Es starben nämlich von den

	im 1. Lebens-Mon.			2. u. 3. L.-M.			4.—6. L.M			7.—12. L.-M.		
gestillten Kindern	29	od.	10,3 %	37	od.	13,4	11	od.	3,9	10	od.	3,8
zeitw. gestillten	4	„	1,3	4	„	1,3	7	„	2,2	2	„	0,7
künstl. genährten	47	„	16,8	73	„	26,6	31	„	11,0	26	„	8,5
Sa.	80	„	28,6	114	„	41,3	49	„	17,1	38	„	13,0 %

Von den gestillten Kindern starb demnach die Mehrzahl im 2. und 3. Lebensmonat, d. h. in der Zeit, wo sehr häufig neben der Brust künstliche und oft sehr unzweckmässige Nahrung verabreicht wird; in den späteren 9 Monaten des 1. Lebensjahres ist die Sterblichkeit derselben eine gleiche und verhältnissmässig geringe; von den zeitweise gestillten Kindern, deren Sterblichkeit eine minimale ist, starben die meisten im 4.—6. Monate, gleichfalls in der Zeit des Uebergangs zur künstlichen Ernährung; die meisten der künstlich genährten Kinder sterben im 2.—3. Monate, offenbar als Opfer der künstlichen, bezw. der unzweckmässigen, schlechten Ernährung.

Mit Rücksicht auf die Todesursachen (incl. Lebensschwäche) dieser 3 Kategorien ergibt sich folgendes Verhältniss:

Es starben an

	Gestillte	Zeitweise Gestillte	Nicht-Gestillte	Summa
Lebensschwäche	19	—	42	61
Atrophie	13	7	33	53
Darmkatarrh	8	7	39	54
Eclampsie	10	5	27	42
Acute Erkrank. d. Respir.-Organe	13	1	30	44
Tuberkulose	—	—	1	1
Keuchhusten	7	—	1	8
Syphilis	5	2	—	7
allen übrigen Krankheiten	20	9	43	72
	95	31	216	342

Lebensschwäche, Atrophie, Darmkatarrh und Eclampsie, die vier Krankheiten, bei welchen die Ernährung eine Hauptrolle spielt, forderten bei den Nicht-Gestillten die absolut meisten Opfer; doch zeigt sich der Einfluss der Ernährung wesentlich auch bei den acuten Erkrankungen der Respirationsorgane, welche in ihrem Verlaufe eine grössere Widerstandsfähigkeit beanspruchen.

Vertheilt man diese Sterbefälle nach Jahreszeiten, so erhält man das nachstehende Resultat:

Es starben im

	Gestillte	Zeitweise Gestillte	Nicht-Gestillte	Summa
Dezember	8	—	20	
Januar	7	4	21	
Februar	9	3	16	
Winter	24	7	57	88
März	6	1	15	
April	8	3	17	
Mai	9	2	20	
Frühling	23	6	52	81
Juni	11	3	19	
Juli	8	4	20	
August	6	3	18	
Sommer	25	10	57	92
September	8	—	19	
October	8	5	17	
November	7	3	14	
Herbst	23	8	50	81
Sa. tot.	95	36	216	342

Die einzelnen Jahreszeiten lassen demnach eine besondere Sterblichkeits-Differenz nicht erkennen; bei den gestillten Kindern ist die Sterblichkeit nahezu ganz gleich; bei den zeitweise Gestillten macht sich eine kleine Steigerung im Sommer bemerklich, welche bei den nicht Gestillten in gleicher Höhe auch im Winter vorhanden ist. Es lassen sich also für das Jahr 1881 aus der jahreszeitlichen Vertheilung der Sterblichkeit in Rücksicht auf die Ernährung entscheidende Schlüsse nicht ziehen, wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass die Sommermonate, namentlich der Juli, wie erfahrungsgemäss eine kleine Erhöhung zu Tage treten lassen.

Als nicht unwesentlicher Faktor bei der Kindersterblichkeit sind auch die Pflege-, Halt- oder Kostkinder anzusehen und wollen wir desshalb auch die sie betreffenden, in der Stadt Würzburg bestehenden Verhältnisse betrachten.

Die Zahl der hier in Pflege befindlichen Kinder betrug im Jahre 1881 im Ganzen 181, von denen 88 im ersten und 93 im zweiten mit achten Lebensjahre standen. Dem männlichen Geschlechte gehörten 98, dem weiblichen 83 an; ehelich geboren waren 49, unehelich 132. In der Stadt Würzburg (incl. Entbindungshaus) waren geboren 118; von auswärts eingebracht 23. In auswärtige Pflegen oder zu ihren Angehörigen wurden 17 dieser Pflegekinder gebracht.

Wie dies von dem früheren Bezirksarzte der Stadt Würzburg, Herrn Dr. Hofmann, schon eingehalten worden war, besuchte ich sämmtliche Pflegkinder sogleich nach der Anmeldung (und später in kurzen Zwischenräumen) in ihren Wohnungen, um über letztere, sowie über Reinlichkeit, Pflege u. s. w. ein auf Augenschein begründetes Urtheil mir bilden und Gutachten abgeben zu können. Es wurde übrigens bei diesen Controlen die erfreuliche Wahrnehmung gemacht, dass die Pflegekinder im Ganzen und Grossen gut, viele sogar sehr gut versorgt sind, so dass absolute Vernachlässigungen, gegen welche Abhilfe getroffen werden musste, nur in wenigen Fällen constatirt werden konnten.

Die meisten Pflegeeltern haben nur 1 Kind in Pflege; nur in 15 Familien waren deren 2 untergebracht.

Die Anfangs durch den ärztlichen Bezirksverein Würzburg bethätigte Vertheilung der „Anweisung über die Pflege und Ernährung der Kinder“ geschieht seit längerer Zeit ex officio

durch das Standesamt; das Flugblatt selbst aber wurde auch von Auswärts so vielfach begehrt, dass es der Stahel'schen Buchhandlung dahier in Verlag gegeben werden musste.

Die von Dr. Hofmann begonnenen Wägungen der Pflegekinder wurden in entsprechenden Pausen fortgesetzt; die Resultate sind jedoch bis jetzt noch nicht reichlich und vollständig genug, um hieraus bestimmte Schlüsse ziehen zu können.

Eine Controle über die Erkrankungen der Pflegekinder ist sehr schwer, über acute Erkrankungen kaum möglich. Von chronischen Krankheiten fand ich in 22 Fällen Atrophie, in 28 Scrofulose und Rachitis, in 14 Hautausschläge, Eczem und papulöse Formen, 2mal Syphilis; es ist jedoch zu constatiren, dass alle derart erkrankten Kinder, welche in poliklinischer Behandlung stehen, schon bei den ersten Besuchen und Wägungen als kränklich und mindergewichtig erkannt wurden.

Die Sterblichkeit unter den Pflegekindern war eine geringe. Von den nach Abzug der 17 anderweitig untergebrachten Pflegekindern noch verbleibenden 164 starben 58, von denen 39 oder 23,2 % im ersten, 11 oder 6,7 % im zweiten, 4 oder 3,0 % im dritten und je eines im fünften, siebenten und achten Lebensjahre stand. Diese Sterblichkeitsverhältnisse unter den Pflegekindern sind also ganz die normalen, der allgemeinen Kindersterblichkeit in Würzburg entsprechenden und dürften für die im Allgemeinen gute Art der Verpflegung sprechen.

Von den 58 Gestorbenen gingen 17 oder 10,3 % an Darmkatarrhen, je 9 oder 5,5 % an Atrophie und Eclampsie, 10 oder 6,1 % an Entzündungen der Respirationsorgane, die übrigen an verschiedenen anderen Krankheiten zu Grunde.

b. Sterblichkeit in den übrigen Altersklassen.

(Hiezu Tabelle II, III, V, Tafel IX, Fig. 9 und 10.)

Die Sterbeziffern der einzelnen Altersklassen und der Geschlechter sind aus der nachstehenden Tabelle und den Curven auf Taf. IX Fig. 9 u. 10 zu ersehen:

Altersklassen	Zahl der Gestorbenen Männl.	Weibl.	Zus.	Darunt. Ortsfremde	In ‰ der in jeder Altersklasse Lebenden Männl.	Weibl.	Zus.	Ohne Ortsfremde 1881	Durchschnitt 1871 80	In % aller Gestorbenen 1881
1. Jahr	189	153	342	11	332,7	258,8	295,0	285,7	228,1	22,4
2. "	39	42	83	1	68.7	78,0	73,3	73,3	50,3	5,6
3.—5.	35	46	81	5	22,8	28,4	25,6	24,0		5,8
6.—10.	30	23	53	5	13,3	10,8	12,0	11,1	8,2	3,9
11.—15.	12	9	21	7	5,6	4,2	4,9	3,3	6,1	1,6
16.—20.	15	14	29	11	5,4	6,1	5,8	3,5		2,2
21.—30.	48	66	114	23	7,5	12,6	10,0	7,9	7,1	8.2
31.—40.	49	49	98	22	14,5	11,7	13,1	11,4	11,9	7,0
41.—50.	52	57	109	29	19,4	17,6	18,5	13,5	16,2	7,8
51.—60.	58	70	128	27	33,0	29,0	30,0	24,2	29,8	9,2
61.—70.	68	74	142	23	70,8	48.6	59,7	48,2	47,6	10,2
71.—80.	61	74	135	22	148,4	113,1	130,8	106,1	117,1	9,8
81—100.	28	25	53	12	247,7	196,8	222,3	183,7	217,7	3,8
	684	704	1388	198	27,0	26,6	26,8	23,5		100

Der 10jährige Durchschnitt 1871/1880 mit den Sterblichlichkeitsziffern des Jahres 1881 verglichen, lässt — abgesehen von kleinen Schwankungen nach Oben oder Unten — eine gewisse Stabilität in den einzelnen Altersklassen nicht verkennen; namentlich ist dies in den Altersklassen 21 mit 80 der Fall. Die Sterblichkeit in den Altersklassen 80—100 ist auch im letzten Jahre eine auffallend hohe, die zum grossen Theile auf Rechnung der vielen nicht ortsfremden Pfründner kömmt. Ueberhaupt ist die Zahl der Ortsfremden von wesentlichem Einflusse auf die Sterblichkeitsziffer der Gesammtbevölkerung, wie dies aus der einschlägigen Rubrik ersichtlich ist.

Nicht ohne Interesse dürfte die folgende Zusammenstellung der Sterblichkeit der verschiedenen Altersklassen in Würzburg und den deutschen Städten sein, wie sie sich nach den Veröffentlichungen des k. d. Gesundheitsamtes auf 1000 Einwohner berechnet.

Altersklassen	Auf 10000 Einwohner treffen Sterbefälle in Würzburg 1878	1879	1880	1881	1881 in % der Gestorbenen	in den deutschen Städten 1878	1879	1880	1881	1881 in % der Gestorbenen
1. Jahr	75,1	67,1	57,4	62,0	24,60	102,2	98,3	101,9	93,8	37,55
2.—5.	36,2	32,1	33.5	30,3	11,38	37,7	35,3	39,2	35,5	14,36
6.—20.	13,3	15,7	20,0	15,4	5,76	15,7	15,2	16,2	16,9	5,96
21.—40.	38,9	47,5	39,2	32,2	12,03	36,1	35,8	35,7	35,6	13,17
41.—60.	42,6	56,3	46,1	34,9	13,04	36,0	36,4	35,4	36,2	13,06
61.—100.	52,1	72,4	70,8	52,7	19,52	41,2	43,2	42,1	42,5	15,53

Aus dieser Zusammenstellung resultirt vorerst für Würzburg die geringere Kindersterblichkeit (im 1. und 2. bis 5. Jahr) gegenüber den anderen deutschen Städten mit über 15000 Einwohnern, sowie die vermehrte Sterblichkeit Würzburgs in den höheren Altersklassen 61—100, während sie in den übrigen Altersklassen fast die gleiche ist. Die erhöhte Sterblichkeit im höheren Alter entspricht übrigens, wie schon erwähnt, der Ortsanwesenheit der vielen zum grössten Theile von Auswärts beigekommenen alten Pfründner im Julius- und Bürgerspitale, sowie in der Huebers-Pflege. [1])

In Rücksicht auf die Geschlechter (Tab. II, III, IV) ist die Sterblichkeit der Männer um ein Geringeres höher wie die der Weiber; höher ist letztere nur in den Altersklassen 2—5 und 16—30; in letzterer Kategorie jedenfalls beeinflusst durch die dem weiblichen Geschlechte eigenthümlichen Erkrankungen.

Das Durchschnittsalter aller Gestorbenen in Würzburg berechnete sich für das Jahr 1878 auf 29,2; 1879 auf 30,5; 1880 auf 30,1 und 1881 auf 30,9 Jahre; für die über 15 Jahre alten Gestorbenen aber für 1878 auf 50,6; 1879 auf 51,4; 1880 auf 51,2; 1881 auf 51,5 Jahre, so dass sich also keine besonders hohen Differenzen in den einzelnen Jahrgängen bemerklich machen.

Das Durchschnittsalter aller Gestorbenen, ausgeschieden nach der Oertlichkeit, d. h. nach Districten und deren Unterabtheilungen, findet sich unten in dem hier einschlägigen Absatz 5.

3. Die Sterblichkeit nach Todesursachen.

Hiezu Tabelle III, IV, V und Tafel IX Fig. 4, 5, 6, 6a, 7, 8.

Wie es schon in dem Jahresberichte für 1879 von Dr. Hofmann geschehen, bringe auch ich nachstehend die 90 Todesursachen der Tabellen III a und b nach *Virchow*'s System in grössere, naturgemäss zusammengehörende Gruppen, ausgeschieden nach dem Geschlechte und der Theilnahme der Ortsfremden.

---

1) Im Juliusspitale allein befinden sich durchschnittlich 200 (87 männliche, 113 weibliche) Pfründner, von denen nur sehr wenige jünger als 70 Jahre sind.

Gruppen der Todesursachen	Sterbefälle 1881			Darunter Ortsfremde			Auf je 10000 Einw. treffen		Von d. Gestorb. waren Ortsfremde
	M.	W.	Zus.	M.	W.	Zus.	mit Ortsfremde	ohne Ortsfremde	
I. Lebenschwäche . . .	27	34	61	4	2	6	11,87	10,06	10,0
II. Alterschwäche	44	55	99	10	8	18	19,10	15,67	18,2
III. Gewaltsame Todesarten .	22	5	27	12	8	20	5,2	1,3	74,1
IV. Tod in Folge Schwangerschaft und Kindbett . .	—	8	8	—	1	1	1,5	1,3	12,5
V Infectionskrankheiten .	54	56	110	3	1	4	20,17	19,48	3,6
VI. Constitutionelle Krankh.	71	75	146	9	5	14	28,19	27,42	9,5
VII. Krankh. d. Haut u. Muskeln	3	2	4	1	2	3	0,77	0,58	75,0
VIII. „ d. Knochen u. Gelenke	8	8	16	6	1	7	3,09	1,73	43,7
IX. „ d. Gefässsystems	18	26	44	4	1	5	8,48	7,53	11,3
X. „ d. Nervensystems	90	92	182	9	6	15	35,19	32,27	8,2
XI. „ d Respirationsorgane	228	238	466	39	33	72	84,90	76,13	15,4
XII. „ d. Verdauungsorg.	79	71	150	6	7	13	28,97	26,47	8,7
XIII. „ d. Harnorgane .	25	20	45	10	4	14	8,49	6,0	33,3
XIV. „ d. Geschlechtsorg.	—	16	16	—	6	6	3,09	1,73	37,5
	668	706	1374	103	85	198	259,81	226,74	14,4

Wenn sich aus dieser Zusammenstellung auf der einen Seite ersehen lässt, dass die höchste Sterblichkeitsziffer (84,90) den Krankheiten der Athmungsorgane zukommt, so fällt andrerseits auch die niedrige Ziffer der Todesfälle an Infectionskrankheiten (20,17) in die Augen.

Die Tabelle zeigt aber auch, welchen Einfluss die Ortsfremden auf die Sterblichkeitsziffern ausüben. In Gruppe III und VII gehören $^3/_4$ dieser Gruppen ihnen an; aber auch die Gruppe VIII (43,7) (Knochenkrankheiten), XIII (33,3) und XIV (37,5) Krankheiten der Harn- und Geschlechtsorgane liefert ein starkes Contingent: es sind meist chronisch Kranke, welche auf der Reise begriffen oder vom Lande her dem Juliusspitale zugewiesen werden oder die (XIV) auf der Reise oder in Bordellen hier freiwillig oder unfreiwillig Hilfe suchen.

In der nachstehenden Uebersicht sind die in hygienischer Beziehung besonders wichtigen Todesursachen im Allgemeinen zusammengestellt; dieselbe Gruppirung aber findet sich mit Unterscheidung der Altersklassen, des Geschlechtes und der Ortsfremden in den Tabellen III, IV und V.

	Todesursachen	Zahl der Fälle	Darunter Ortsfremde	Auf 10000 Lebende treffen					Auf 100 in Würzburg Gestorbene
				mit Ortsfremden			ohne Ortsfr.	in den deutsch. Städten	
		1881		1879	1880	1881	1881	1881	
1	Lebensschwäche	61	6	15,1	12,1	11,7	10,5	—	4,25
2	Durchfall der Kinder . . .	61	2	14,9	14,9	11,7	11,4	13,5	4,25
3	Abzehrung der Kinder . . .	60	1	9,1	11,0	11,5	11,4	—	4,12
4	Fraisen der Kinder	56	2	6,8	8,1	10,8	10,6	—	3,90
	Summa von 1—4	238	11	45,9	46,1	45,9	44,0		15,91
5	Typhus	11	2	2,6	2,3	2,2	1,7	4,0	0,76
6	Kindbettfieber	3	—	1,6	1,2	0,6	—	1,4	0,21
7	Blattern	—	—	—	—	—	—	0,4	—
8	Scharlach	31	—	1,4	2,0	6,1	—	6,3	2,15
9	Masern	—	—	2,0	—	—	—	2,3	—
10	Keuchhusten	11	—	3,4	2,9	2,2	—	3,4	0,76
11	Croup und Diphtheritis . . .	51	—	6,4	14,5	10,0	—	10,3	3,55
	Summa 5—11	107	2	16,8	22,9	21,1	20,6	28,0	7,44
12	Pneumonie, Pleuritis, Bronchitis	168	14	20,4	24,3	32,9	29,7	22,0	11,71
13	Gastritis, Peritonitis, Enteritis	63	7	2,6	3,1	11,9	10,8	—	4,39
14	Tuberculose der Lungen . .	269	58	50,7	49,4	52,7	40,7	34,5	19,38
15	Chronische Herzkrankheiten .	35	5	14,7	10,8	6,7	5,7	—	2,43
16	Magenkrebs	26	4	5,0	5,1	5,0	4,2	—	1,81
17	Gehirnschlag	63	4	5,6	8,2	12,3	11,4	8,5	4,39
18	Altersschwäche	99	18	18,0	18,8	18,0	15,6	—	6,80

Betrachtet man die einzelnen Gruppen und Arten der Todesursachen, so findet man neben einer gewissen Stabilität auch wieder grosse Schwankungen. Die Ernährungsstörungen z. B. betrugen auf 10000 Lebende im Jahre 1879 = 45,9; 1880 = 46,1; 1881 = 45,9; der Durchfall der Kinder 1879 = 14,9; 1880 = 14,9; 1881 = 11,7; im letzten Jahre fand hier eine wesentliche Minderung resp. Besserung statt, die namentlich auch von denen der deutschen Städte in gleicher Weise differirt.

Die Infectionskrankheiten in ihrer Gesammtheit betrugen dagegen im Jahre 1879 = 16,8; 1880 = 22,9; 1881 = 21,1; also eine bedeutende Besserung gegen 1880, jedoch bei weitem nicht die günstige Zahl von 1879.

Der Typhus (vergl. Taf. IX Fig. 4), die wichtigste derselben ist, mit 2,6; 2,3; 2,2 fast gleich geblieben und repräsentirt für eine so dichtbevölkerte Stadt wie Würzburg eine verschwindend kleine Zahl; namentlich im Jahre 1881 und besonders mit

Rücksicht auf die deutschen Städte mit 4,0. Auch das Puerperalfieber mit 1,6; 1,2; 0,6 hat, namentlich wenn man die Entbindungsanstalt in Betracht zieht, einen sehr günstigen Procentsatz, der dem der deutschen Städte vorall im letzten Jahre nur um Weniges nachsteht.

Wesentlich vermehrt haben sich die Todesfälle an Scharlach (Taf. IX Fig. 5), eine Krankheit, welche, wie namentlich das laufende Jahr wieder beweist, sich in Würzburg mehr und mehr einbürgert und stationär wird (1,4; 2,0; 6,1 gegen 6,3 der deutschen Städte).

Auch Croup und Diphtheritis, wohl nur Eine, wesentlich durch ihren Sitz verschiedene Krankheit, liefern hohe Zahlen; 6,4; 14,5; 10,0 gegen 10,2 der deutschen Städte.

Die Sterblichkeit an Keuchhusten, welche in Würzburg eine verhältnissmässig geringe (3,4; 2,9; 2,2) ist, wird auf Taf. IX Fig. 6 ersichtlich.

Die Todesfälle in Folge Entzündungen der Athmungsorgane (Taf. IX Fig. 7) haben sich in den letzten 3 Jahren von 20,4; 24,3 bis 32,9 auf 10000 Lebende wesentlich vermehrt und überschreiten den Durchschnitt der deutschen Städte mit 22,0 um ein Bedeutendes.

Die Tuberculose der Lungen (Taf. IX Fig. 8) offenbar eine sehr unangenehme berechtigte Eigenthümlichkeit der Stadt Würzburg ergibt auffallend hohe Zahlen: 1877—79 = 57,7; 1880 = 49,4; 1881 = 52,7 pro 10000, welche namentlich gegenüber der der deutschen Städte mit 34,0 im Jahre 1880 und 34,5 im Jahre 1881 im höchsten Grade auffallen muss, selbst wenn man die auf die Ortsfremden treffende Zahl mit 11,3 in Abzug bringt. Es bleiben hier immer noch Zahlen, welche dem viel gerühmten milden Klima Würzburgs nicht sehr zu Gunsten sprechen und ganz abgesehen von den *Koch*'schen Tuberkulose-Baccillen nur zu sehr an den Kalkstaub erinnern, mit welchem ständig die im Bergkessel gespannte Luft geschwängert ist; Verhältnisse, welche ohne Zweifel in gleicher Weise auf die Entstehung der acuten entzündlichen Erkrankungen der Respirationsorgane einen wesentlichen Einfluss ausüben.

In Zahlen ausgedrückt ergibt sich für das Jahr 1881 nach Alter, Geschlecht und Jahreszeit ausgeschieden folgendes Mortalitäts-Verhältniss bezüglich der acuten Entzündungen der Athmungsorgane und der Lungen-Tuberculose:

a) nach Alter und Geschlecht.

Lebensjahr	1		2—5		6—10		11—20		21—30		31—40		41—50		51—60		61—70		71—80		81 u. ff.		Summa	
	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W.	M.	W.
Entzündungen	21	23	16	18	1	1	2	—	3	1	3	7	5	8	3	5	9	10	13	9	5	5	81	87
Summa	54		24		2		2		4		10		13		8		19		22		10		168	
Tuberculose .	—	1	—	—	1	5	5	2	12	13	28	40	29	25	22	15	12	9	4	1	—	—	133	136
Summa	1		—		6		7		25		68		54		37		21		5		—		269	

b) nach Jahreszeit und Geschlecht*).

	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		Sept.		October		Novemb.		Decbr.	
Entzündungen**)	11	9	12_1	8	16_4	12	5_1	13_1	9_1	7_1	2_2	5_1	5	8	—	—	3_1	4	2	2_1	3	6	3	9
Summa	20		20_1		28_4		18_2		16_2		7_3		13		—		7_1		4_1		9		12_{14}	
Tuberculose***)	8	11_1	6_4	13	15_1	9_2	9	7_1	12_3	8_2	7_1	11_4	11_3	13_2	4_2	7_4	12_6	9_2	3_1	5_4	6_2	7_2	13_6	7_5
Summa	19_1		21_4		24_3		16_1		20_5		18_5		24_5		13_6		21_8		8_5		13_4		20_{11}	

*) Die kleinen Zahlen bedeuten die Ortsfremden.

**) Auf 10000 Lebende in Würzburg: 32,4; in den deutschen Städten: 22,0; auf 100 Gestorbene: 11,71.

***) „ 10000 „ „ „ 52,2; „ „ „ „ 34,5; „ 100 „ 19,38.

Wie ein Blick auf die vorstehenden Zahlen und die Curven auf Tafel IX Fig. 7 und 8 erkennen lässt, herrscht bezüglich der Höhe der Sterbefälle an acuten und chronischen Krankheiten der Athmungsorgane im Jahre 1881 weder in Bezug auf das Alter, noch der Jahreszeit eine Uebereinstimmung. Das Maximun der Sterblichkeit an Entzündungen fällt in das erste Lebensjahr mit 54, das der Tuberculose in das 31.—40. mit 68 Sterbefällen und sind die Differenzen zwischen der nächst tiefern und höhern Altersklasse in der That auffallend. Das Minimum der Todesfälle an Entzündungen fällt in das 6.—20., das an Tuberculose in das 1., 6.—20. und 71.—80. Lebensjahr. In Rücksicht auf die zeitliche Vertheilung findet sich nur eine Gleichheit im Januar und eine gleichmässige Steigung im Monate März, während alle übrigen Monate mannigfache von meteorologischen Verhältnissen jedenfalls unabhängige Verschiedenheiten zeigen.

Es lohnt sich ohne Zweifel der Mühe, die auf 10000 Lebende berechneten Sterblichkeitsziffern der Tuberculose in den Städten mit über 15000 Einwohnern zu vergleichen, welche das kaiserlich deutsche Gesundheitsamt dem „mitteldeutschen Gebirgslande“, zu dem es auch Würzburg rechnet, zuzählt; namentlich mit Rücksicht darauf, dass sich unter diesen eine Reihe von sog. Fabrikstädten befindet, welche nach den bisherigen Anschauungen einen der Tuberculose besonders günstigen Boden bieten.

Nach der Grösse dieser Ziffern im Jahre 1881 geordnet, starben an Tuberkulose:

in	1877/79	1880	1881	in	1877/79	1880	1881
1. Eisenach	21,8	24,0	17,0	16. Zwickau	25,4	28,6	28,8
2. Naumburg a/S.	19,1	26,8	18,4	17. Gera	27,9	30,5	29,8
3. Plauen i/V.	22,3	20,4	19,3	18. Weissenfeld	39,3	26,5	30,5
4. Mühlhausen i/T	23,5	25,3	21,8	19. Meerane	35,4	36,0	30,6
5. Nordhausen	26,2	31,5	21,9	20. Hof	28,8	32,4	31,0
6. Zittau	24,7	25,4	22,2	21. Erfurt	34,7	27,0	32,3
7. Koburg	27,6	27,9	22,2	22. Chemnitz	29,8	26,2	33,1
8. Aschersleben	30,1	22,2	22,7	23. Halberstadt	36,3	33,9	33,9
9. Weimar	16,4	15,9	22,8	24. Glauchau	24,8	34,2	34,2
10. Bernburg	27,6	25,3	23,1	25. Göttingen	39,1	33,1	36,1
11. Crimitschau	13,9	27,9	24,7	26. Dresden	38,5	35.7	36,6
12. Gotha	25,4	24,6	24,7	27. Bayreuth	46,2	42,7	40,4
13. Altenburg	32,0	29,3	24,8	28. Bamberg	47,3	40,0	44,9
14. Quedlinburg	41,0	31,5	27,2	29. Kassel	38,0	34,0	45,8
15. Freiberg i/S.	28,7	25,8	28.3	40. Würzburg	57,7	49,4	52,7
				Summa dieser Städtegruppen:	33,6	31,3	32,4

Unter den bayerischen Städten ist es nur Fürth, das eine höhere Sterblichkeit an Tuberkulose aufweist wie Würzburg; unter allen übrigen deutschen Städten aber, deren Bevölkerungsvorgänge das Kaiserl. deutsche Gesundheitsamt registrirt, sind es nur einige in der „niederrheinischen Niederung". Es starben nämlich (auf 10000 Einwohner berechnet) in

	1877—79	1880	1881
Fürth	50,3	74,7	54,2
Witten	59.7	50,5	61,9
Hagen	67,2	49,8	54,8
Mühlheim a. Rh.	68,6	57,6	56,2
Viersen	59,7	50,5	61,9
München-Gladbach	71,0	76,7	71,3
Remscheid	94,0	71,2	71,6
Solingen	66,5	65,5	76,2

Wahrhaft idyllisch klingen daneben die Zahlen von

Heilbronn	18,5	18,8	11,8
Reutlingen	15,6	9,6	16,2.

So unangenehm dieses Ergebniss für Würzburg auch ist, so muss es doch registrit werden, wenn man einem Zwecke der medicinischen Statistik genügen will, die nicht blos Zahlen und

wieder Zahlen geben, sondern durch diese auf die besondere Häufigkeit und Gefährlichkeit gewisser Krankheiten aufmerksam machen soll, um auf solche Weise den Grundursachen derselben, den sie bedingenden hygienischen u. a. Schädlichkeiten nachgehen, sie aufsuchen und wenn möglich beseitigen zu können.

Eine sehr bedeutende Differenz weisen die Entzündungen der Unterleibsorgane und des Bauchfells auf, welche von 2,6; 3,1 auf 11,9 stiegen. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass neben einer durch athmosphärische Einflüsse bedingten grösseren Häufigkeit eine verschiedene Auffassung der Leichen-Diagnosen zwischen dem jetzigen und dem früheren Berichterstatter der Grund hievon sein kann, d. h. dass jetzt mancher Fall als Enteritis bezeichnet wird, der früher nur als Darmkatarrh aufgeführt wurde.

Während sich die Todesfälle an chronischen Herzkrankheiten vermindert haben (14,7; 18,8: 6,7), sind die in Folge von Apoplexien ebenso von 5,6; 8,2 auf 11,9 gestiegen; die in Folge Altersschwäche dagegen sich ganz gleich geblieben.

Tödtliche Verunglückungen ereigneten sich im Jahre 1881 in grosser Zahl, nämlich 20. Acht der Todten ertranken im Maine; vier derselben in den Monaten Mai (2), Juni und August mögen beim Baden verunglückt sein; bei den Uebrigen handelte es sich um Unvorsichtigkeit. Einmal trat der Tod durch Einathmung von Kohlenoxydgas ein und führte, da Fahrlässigkeit Seitens der Eltern angenommen werden konnte, zu einer ohne Resultat endenden gerichtlichen Verhandlung.

Selbstmorde kamen sechs vor; zwei durch Erhängen, zwei durch Ertränken, einer durch Erschiessen und einer durch Ueberfahrenlassen auf den Schienen. Die Selbstmörder waren 6 Männer, von denen sich vier in den zwanziger, einer in den vierziger und einer im fünfzigsten Jahre befand. Als Motiv konnte wirkliche Geistesstörung nur bei einem sehr wohlhabenden Manne angenommen werden; ein Selbstmord war durch missliche Geschäftsverhältnisse, zwei (von Soldaten) durch Furcht vor Strafe veranlasst; bei zwei blieb die Ursache unbekannt. Erblichkeit

konnte in keinem Falle nachgewiesen werden. Die 6 Selbstmörder waren katholisch, drei von ihnen verheirathet und drei ledig.

Das Zahlen-Verhältniss zwischen den von Aerzten behandelten und nicht behandelten Gestorbenen war im Jahre 1881 das folgende:

Es wurden nämlich

	ärztl. behandelt	nicht behandelt
i. J. 1879 von 1504 Gestorbenen	1341	163 oder 10,8 %
i. J. 1880 „ 1429 „	1268	161 „ 11,8 %
i. J. 1881 „ 1434 „	978	456 „ 31,7 %

Zieht man von der letzteren Zahl ab

Todtgeborene	46
Bald nach der Geburt Gestorbene	16
Selbstmörder und Gemordete	7
Unglücksfälle	6
Hirn- und Lungenblut-Schlagfluss	27
in Summa	102

Todesfälle, die ihrer Natur nach überhaupt zu einer ärztlichen Behandlung nicht kommen konnten, so bleiben immer noch 354 oder 24,9 % aller Gestorbenen, die nicht ärztlich behandelt waren; eine Zahl, die ebensowohl auffallend ist gegenüber den früheren Jahren wie gegenüber der grossen Zahl der Aerzte und der Thätigkeit der Poliklinik, welch letztere sich immer mehr ausdehnt.

Als Ursache hiefür ist mir nur die sich in steigender Weise breit machende medicinische Pfuscherei denkbar, welche, in den verschiedensten Formen ausgeübt, in neuerer Zeit durch die sog. Mattei'sche Heilmethode bereichert wurde, die, noch einfacher wie die Homöopathie und von Jedermann leicht anwendbar, namentlich unter den gebildeten Ständen und dem Clerus eine staunenswerth weite Verbreitung gefunden hat.

Die oben angegebenen Zahlen erscheinen übrigens in etwas milderem Lichte, wenn man noch in Betracht zieht, dass ohne ärztliche Hilfe gestorben sind

an Altersschwäche	36
„ Fraissen	13
„ chronischen Gehirn- und Herzleiden	22
„ Lungen-Tuberkulose, Emphysem u. dgl.	116
„ Scropheln	13
„ Abzehrung der Kinder	21
„ Gelenkkrankheiten	6
	227

also von Krankheiten, für welche sicherlich in den Anfangsstadien ärztliche Hilfe gesucht und erst aufgegeben wurde, nachdem sie als unheilbar erkannt waren. Es scheint hier sehr viel von der Auffassung des Leichenschauers abzuhängen, der unterscheidet zwischen ärztlicher Hilfe bei Eintritt des Todes oder einige Zeit vorher und in der That enthalten die Leichenschau-Scheine, welche von dem Stellvertreter des durch mehrere Monate erkrankten Leichenschauers ausgefertigt sind, auffallend viele Einträge „ohne ärztliche Behandlung gestorben“.

Nach der letzten Annahme richtig gestellt, würden wir das folgende Verhältniss erhalten:

gestorben		1443
hievon ärztlich behandelt z. Z. des Todes	978	= 1205
„ „ „ wahrscheinl. früher	227	
bleiben ohne ärztliche Behandlung gestorben		229
davon ab die Todtgebornen, Selbstmörder, Unglücksfälle, Schlagflüsse etc.		102
bleiben in der That nicht Behandelte		127

oder 8,8% aller Gestorbenen, eine Zahl, welche der Wirklichkeit gegenüber den oben gemeldeten Verhältnissen ziemlich entsprechen dürfte.

4. Sterblichkeit nach der Jahreszeit.

(Hiezu Tabelle II, IV, V und Taf. IX Fig. 1, 2, 3, 7, 8, 9 und 10.)

Die Tabelle II, Uebersicht der Gestorbenen nach Altersklassen und Geschlecht für die Jahre 1880 und 1881 gibt zugleich eine diesbezügliche Zusammenstellung gesondert für die einzelnen Monate mit Kennzeichnung der Ortsfremden in den

Summen. Graphisch dargestellt finden sich diese Verhältnisse mit Rücksicht auf Jahreszeit und Altersklasse auf Taf. IX Fig. 9 und 10.

Die Ausscheidung der Sterblichkeit nach Alter, Geschlecht und Jahreszeit in Beziehung auf die 18 hygienisch wichtigeren Todesursachen ist aus den Tabellen III und IV ersichtlich. Die hier folgende Tabelle endlich lässt die Sterblichkeit jeden einzelnen Monates pro Jahr und 1000 Einwohner sowie in Prozenten der Gesammt-Sterblichkeit der Jahre 1880 und 1881 erkennen (wie sie in Curven auch aus Taf. IX Fig. 1 und 2 ersichtlich ist), und zwar mit Einrechnung der Ortsfremden, um eine Gleichmässigkeit mit dem ebenso berechneten 20jährigen Durchschnitt herzustellen.

Monate	Zahl der Sterbefälle										
	Im Ganzen		Darunter Ortsfremde		Auf 1 Jahr und 1000 Einw.			in % der Gesammtsterblichkeit			Durchschnitt
	1880	1881	1880	1881	1879	1880	1881	1879	1880	1881	1858/79
Januar	130	144	17	18	31,3	33,0	35,5	8,9	9,5	10,3	8,8
Februar	121	99	11	9	33,7	30,0	23,6	9,6	8,9	7,1	7,7
März	119	127	19	15	30,8	30,5	28,8	8,8	8,7	9,1	8,5
April	122	103	13	11	34,9	31,8	25,2	10,0	8,9	7,4	9,4
Mai	151	132	9	14	34,4	37,2	31,0	9,8	11,1	9,4	9,9
Juni	110	111	26	20	32,2	29,3	26,4	9,2	8,0	7,9	8,5
Juli	108	139	17	19	27,7	27,4	33,1	7,3	7,8	9,9	8,7
August	96	123	19	23	33,7	24,2	30,3	9,6	6,3	8,8	8,0
September	98	106	24	18	21,1	24,5	25,5	6,0	6,5	7,7	7,0
October	106	86	16	14	19,4	27,9	20,6	5,5	7,6	6,1	6,8
November	98	116	20	20	21,6	24,5	27,1	6,1	6,5	8,3	7,5
December	103	102	23	17	30,1	26,4	24,1	8,6	7,5	7,3	8,7
Jahr	1362	1388	213	198	29,1	28,9	27,7	8,3	8,1	8,3	8,3

Wie aus der vorstehenden Zusammenstellung und den entsprechenden Curven auf Taf. IX Fig. 1 und 2 ersichtlich, fiel in die Jahre 1880 und 81 das Sinken der Sterblichkeit, wie dies im Allgemeinen und nach dem 20jährigen Durchschnitte der Fall ist, auf den Februar; das Maximum trifft für 1880 der Regel und dem 20jährigen Durchschnitte gemäss auf den Mai, im Jahre 1881 dagegen auf den Januar, doch hat auch der Mai in diesem Jahre eine hohe Sterblichkeitsziffer. Das Minimum finden wir

im Jahre 1880 im August, im Jahre 1881 dagegen dem 20jährigen Durchschnitte entsprechend im October, wie wir dies auch im Jahre 1879 finden.

Während im Allgemeinen die monatlichen Schwankungen nicht besonders auffallend sind, springt eine solche im Jahre 1880 zwischen Mai und Juni (37,2; 29,3) sowie zwischen Dezember 1880 und Januar und Februar 1881 (26,4; 35,5; 23,6) besonders in die Augen, ohne dass sich sagen liesse, dass die Sterblichkeit in gewissen Krankheitsgruppen oder einzelnen Krankheiten eine erhöhte gewesen wäre. Gerade die hier gewöhnlich massgebenden Krankheiten, die entzündlichen Krankheiten der Athmungsorgane, zeigen (siehe Taf. IX Fig. 7) bis zum Juni hin fast die gleichen monatlichen Ziffern, während die Tuberculose (Taf. IX Fig. 8) durch alle Monate hindurch nur geringe Schwankungen erkennen lässt.

Die Sterblichkeit an entzündlichen Erkrankungen der Athmungsorgane zeigt ihr Maximum ausnahmsweise gerade im März; allerdings dann auch die gewöhnliche Steigung im November und December. Im August ergab sich gar kein Todesfall in Folge derartiger Erkrankungen.

Vergleicht man in Taf. IX Fig. 1 und 2 die Curven der jahreszeitlichen Sterblichkeit in den Jahren 1880 und 1881, so findet man einige Uebereinstimmung nur in den Monten Januar. Februar und Mai; im Januar und Mai das Ansteigen, im Februar ebenso das für 1881 sehr bedeutende Sinken der Sterblichkeit; und zwar geht im Mai 1880 das Ansteigen derselben (Fig. 9) gleichmässig durch alle Altersklassen, während 1881 auch hier im 6.—20. und 61. etc. Ausnahmen stattfinden.

Um so auffallender sind die Gegensätze in den Monaten Juni mit October. Im Jahre 1880 ein fortwährendes Sinken vom Mai bis September, namentlich im Juli, mit fast dem Minimum der Kindersterblichkeit, und dann das Ansteigen im October; im Jahre 1881 das plötzliche Ansteigen im Juli, wol bedingt durch die hier bedeutend erhöhte Kindersterblichkeit und dann das rapide Sinken bis September und ebenso wieder das Sinken im November 1880, gegenüber dem Ansteigen im November 1881.

Unter den einzelnen Altersklassen zeigt nur die letzte (60 und darüber) in der zeitlichen Sterblichkeit beider Jahre annähernd eine gewisse Uebereinstimmung, die bei allen übrigen Altersklassen vollständig fehlt.

5. Sterblichkeit nach der Oertlichkeit und dem Durchschnittsalter der Gestorbenen.

Ausgeschieden nach der Oertlichkeit, d. h. nach Stadt-Districten und deren Unterabtheilungen, gibt die nachstehende Tabelle zugleich Aufschluss über das Durchschnittsalter aller im Jahre 1881 Gestorbenen.

Districte		Unter 15 Jahren	Ueber 15 Jahren	Insgesammt.
I. District	Oben	1,7	52,8	32,8 Jahre
	Unten	2,1	44,0	23,0
	Aussen	1,8	43,9	22,2
	Sa.	1,9	46,9	26,0
II. District	Oben	1,9	55,0	35,0
	Unten	1,8	52,9	32,8
	Sa.	1,9	53,9	33,9
III. District	Oben	1,0	57,8	44,5
	Unten	1,6	52,9	29,0
	Sa.	1,3	55,3	36,8
IV. District	Oben	1,5	50,9	34,0
	Unten	1,8	49,8	32,6
	Aussen	1,4	55,0	33,2
	Sa.	1,6	51,9	33,3
V. District	Oben	1,0	49,6	26,9
	Unten	1,6	48,0	20,1
	Aussen	1,9	50,7	25,2
	Sa.	1,5	49,4	24,4
	Sa. totalis	1,6	51,5	30,9

Im I. und V. Districte finden wir, wie diese auf Grund der Leichenschauscheine gefertigte Zusammenstellung zeigt, das geringste Durchschnittsalter der Gestorbenen (26,0 und 24,4), zugleich aber auch, nach einer früheren Zusammenstellung, die höchste Sterblichkeit; hier wie dort sind es die unteren und äusseren Stadttheile, im V. auch der obere, welche die niedrigste Durchschnittsziffer sowohl mit als ohne Einrechnung der unter 15 Jahren Gestorben haben; der III. District, welcher die niedrigste Sterblichkeitsziffer aufweist, hat zugleich auch das höchste

Durchschnittsalter der Gestorbenen; der II. und IV. District stehen sich nahezu gleich.

Die Sterblichkeit in den ersten 15 Lebensjahren ist sich im Durchschnittsalter in allen Districten ziemlich gleich: Distr. III = 1,3; V = 1,5; IV = 1,6; I und II = 1,9 Jahre.

Die vorstehende Tabelle ergibt auch in anderer Gruppirung nicht uninteressante Resultate:

District	Oben			Unten			Aussen		
	unter 15 Jahren	über 15 Jahren	zusammen	unter 15 Jahren	über 15 Jahren	zusammen	unter 15 Jahren	über 15 Jahren	zu sammen
I	1,7	52,8	32,8	2,1	44,0	23,0	1,8	43,9	22.2
II	1,9	55,0	35,0	1,8	52,9	32,8	—	—	—
III	1,0	57,8	44,5	1,6	52,9	29,1	—	—	—
IV	1,5	50,9	34,0	1,8	49,8	32,6	1,4	55,0	33,2
V	1,0	49,6	26,9	1,6	48,0	20,1	1,9	50,7	25,2
	1,4	53,2	34,6	1,8	49,4	27,5	1,0	49,8	27.2 Jahre.

Die oberen Abtheilungen aller Districte haben im Einzelnen und Ganzen ein bei weitem längeres Durchschnittsalter als die unteren und äusseren, welche nahezu gleich sind. Der Altersdurchschnitt unter 15 Jahren ist Oben etwas geringer (1,4) als Unten (1,8), am niedrigsten aber Aussen (1,0).

Einen sehr werthvollen „Beitrag zur Gesundheitsstatistik der Stadt Würzburg“, welcher ohne Zweifel künftig die Basis bilden wird für die Studien über Morbidität und Mortalität dieser Stadt nach der Oertlichkeit, hat *Herr Bürgermeister Dr. von Zürn* durch eine äusserst mühevolle Arbeit geliefert, welche den Nachweis über die sanitären Verhältnisse jedes einzelnen Hauses der Stadt erbringt. Mit Genehmigung des genannten Herrn lasse ich seine auf Grund der gemachten Einzelerhebungen angefertigte Zusammenstellung hier folgen.

„Beitrag zur Gesundheits-Statistik der Stadt Würzburg.

Gefertigt auf Grund amtlicher, im 1. Quartal 1882 angestellter Erhebungen.

Einleitung.

1. Durch die statistische Feststellung der die öffentliche Gesundheit und Reinlichkeit bedingenden Einrichtungen und Zu-

stände soll der officiellen Gesundheits-Verwaltung der bei ihrer Thätigkeit weiter zu verfolgende Weg gezeigt und dem bezüglichen administrativen Vorgehen die sichere Unterlage geschaffen werden.

Muss auch von vornherein auf eine vollständige ziffermässige Darstellung aller den Gesundheits- und Reinlichkeitszustand eines Bezirkes und seiner Bewohner bedingenden Faktoren verzichtet werden, so wird doch schon die Eruirung der hauptsächlichsten und am leichtesten zu beobachtenden Thatsachen ein nach verschiedenen Richtungen hin zu gemeinnütziger Verwerthung geeignetes Material liefern.

2. Die Aufnahme und Beobachtung erstreckt sich im vorliegenden Fall aus naheliegenden Gründen nur auf die Privatwohngebäude und deren Bewohner und auch bezüglich dieser nur auf die in benannten Strassen gelegenen Objecte.

Es blieben sohin ausgeschlossen einerseits alle öffentlichen Gebäude (Kasernen, Gefängnisse, Spitäler, Erziehungsanstalten etc.) sowie anderseits alle ausserhalb der Stadt vereinzelt gelegenen Anwesen und sogen. Ortschaften.

1	2	3	4	5	6	7			8	9				10			11	12	13		14	15	16	17
Laufende Nr.	Stadttheil	District	Zahl der Bewohner	Zahl der Wohnungen	Zahl der Wohngebäude	Wasserversorgung			Zahl der Abtritte	Ableitung der Abtritte in				Hauskeller			Waschküchen	Leerstehende Wohnungen	Kanäle		Offene Gussausläufe	Oeffentliche Laufbrunnen	Hydranten	Privatbadezimmer
						a) Wasserleitung	b Brunnen	c) Ohne		a) Kanäle	b) Gruben	c) Kanäle u. Gruben	d) Tonnen	a) Trocken	b) Nass	c) Ohne			a) spülbare	b) nicht spülbare				
1	A. Innere Stadt	I	9655	2163	511	293	90	128	1824	474	29	7	—	424	24	63	401	20	29	13	—	7	112	14
2	" " "	II	9736	1960	564	285	71	208	1718	546	11	6	-	480	26	58	353	15	30	16	5	9	48	7
3	" " "	III	7031	1464	346	179	56	111	1195	331	9	5	1	285	22	39	204	29	16	14	—	7	37	12
4	" " "	IV	6200	1496	332	139	45	148	1057	308	17	6	—	292	26	14	240	33	1	24	—	8	34	2
5	" " "	V	4232	1044	239	65	17	157	526	208	26	1	3	193	6	40	121	37	—	18	4	8	16	—
6	A. Innere Stadt	Sa.	36854	8127	1992	961	279	752	6320	1867	92	25	4	1674	104	214	1319	134	76	85	9	39	247	35
7	B. Aeussere Stadt	I	3141	701	162	66	64	32	577	9	151	2	—	143	2	17	122	23	1	1	12	1	18	13
8	" " "	IV	3609	851	273	134	126	13	768	38	228	3	4	249	4	20	191	35	—	12	2	—	9	8
9	" " "	V	1035	247	84	22	50	12	166	4	78	—	1	61	11	12	33	14	1	1	—	1	1	—
10	B. Aeussere Stadt	Sa.	7785	1799	519	222	240	57	1511	51	457	5	5	453	17	49	346	72	2	14	14	2	28	21
11	A. Innere Stadt		36854	8127	1992	961	279	752	6320	1867	92	25	4	1674	104	214	1319	134	76	85	9	39	247	35
12	B. Aeussere Stadt		7785	1799	519	222	240	57	1511	51	457	5	5	453	17	49	346	72	2	14	14	2	28	21
13	C. Ganze Stadt		44639	9926	2511	1183	519	809	7831	1918	549	30	9	2127	121	263	1665	206	78	99	23	41	275	56

Erläuterungen.

1. Zur Rubrik 4. Bei der Zählung vom 1. Dezember 1880 belief sich die ortsanwesende Bevölkerung auf 48588 Civil-Einwohner und 2426 Militärpersonen, sohin im Ganzen auf 51014 Köpfe, während die der gegenwärtigen Beobachtung unterworfenen Privatgebäude nur 44639 Bewohner zählen.

2. Zur Rubrik 4 und 5. In der ganzen Stadt zusammengenommen treffen auf je ein Privatwohngebäude 3,9, in der inneren Stadt 4,0 und in der äusseren Stadt 3,4 Wohnungen. Auf ein Wohngebäude in der ganzen Stadt treffen ferner im Durchschnitt 17,7, auf ein Gebäude der inneren Stadt 18,5 und auf eines der äusseren Stadt 15 Bewohner. Auf eine Wohnung endlich treffen in der ganzen Stadt durchschnittlich 4,4, in der inneren Stadt 4,5 und in der äusseren Stadt 4,3 Bewohner.

3. Zur Rubrik 7 und 15. Von 2511 Privatgebäuden sind 1183 oder nicht ganz die Hälfte mit Wasser aus der städtischen Wasserleitung versorgt; ferner haben 279 Gebäude der inneren und 240 Gebäude der äusseren Stadt Hausbrunnen. Auf die öffentlichen Brunnen sind zur Deckung ihres Wasserbedarfs angewiesen in der inneren Stadt 752 und in der äusseren Stadt 57 Gebäude.

Nachdem in der inneren Stadt 39 öffentliche Laufbrunnen bestehen, ist daselbst für je 19 Gebäude ein Laufbrunnen vorhanden.

4. Zur Rubrik 8. In der ganzen Stadt kömmt auf je 5,7, in der inneren auf je 5,8 und in der äusseren auf je 5,1 Bewohner ein Abtritt.

Für 9926 Wohnungen existiren 7831 Abtritte; nur sehr wenige Wohnungen haben mehr als einen Abtritt, so dass von den sämmtlichen Wohnungen circa 5700 einen eigenen Abtritt haben und mindestens 4226 auf einen gemeinschaftlichen Abtritt angewiesen sind.

Privatwohngebäude ohne Abtritt wurde lediglich eines in der äusseren Stadt ermittelt; in der inneren Stadt bestehen vier Häuserpaare mit je einem gemeinschaftlichen Abtritt.

5. Zur Rubrik 9 und 13. Von den 1992 Privatwohngebäuden in der inneren Stadt stehen 1892 mit dem öffentlichen Kanalnetz in Verbindung; in der äusseren Stadt, in welcher mit der Kanalisation erst der Anfang gemacht wurde, haben dagegen von 519 Gebäuden nur 56 Kanalanschlüsse.

Dabei besteht bezüglich der Kanalanlage der Unterschied, dass in der inneren Stadt von den vorhandenen Kanalsträngen 76 und in der äusseren Stadt 2 spülbar sind, während in der inneren Stadt 85 und in der äusseren 14 Kanalstränge der Spüleinrichtung noch entbehren.

6. Zur Rubrik 16. In der inneren Stadt kömmt ein Hydrant auf 8, in der äusseren auf 18 und in der ganzen Stadt auf 9 Privatwohngebäude."

Kömmt hiezu noch die Vollendung der von Herrn Professor Dr. *Sandberger* in Angriff genommenen Untergrundskarte der Stadt mit Angabe des Grundwasserstandes etc., dann erst wird sich unter Zugrundlegung dieser beiden Arbeiten eine Ortsstatistik herstellen lassen, wie es gründlicher und sicherer kaum irgendwo anders wird geschehen können.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

Die Schlüsse, welche sich aus dem Studium der allgemeinen Bewegung der Bevölkerung für die Stadt Würzburg ziehen lassen sind zwar für das Jahr 1881 bezüglich der socialen und gesundheitlichen Verhältnisse in einzelnen Punkten nicht so günstig wie in den beiden letzten, aber trotzdem nichts weniger als ungünstig zu nennen.

Die Bevölkerung selbst, welche in einer stetigen und regelmässigen Zunahme (durchschnittlich 104 pro Monat) begriffen ist, stieg im Jahre 1881 bis auf 51752.

Die Zahl der Eheschliessungen hat sich im Jahre 1880 von 0,75 auf 0,66; im Jahre 1881 auf 0,63% der Bevölkerung reducirt.

Auch die Geburten minderten sich im Jahre 1880 um 2%, im Jahre 1881 um 0,6%.

Die allgemeine Sterblichkeitsziffer sank im Jahre 1880 von 29,1 auf 27,5, im Jahre 1881 auf 26,8%.

Die Kindersterblichkeit dagegen, welche im Jahre 1880 von 20,6 auf 18,8% gefallen war, stieg im Jahre 1881 wieder auf 22,4%.

Unter den Todesursachen nehmen die Infectionskrankheiten in Würzburg im Jahre 1880 mit 22,9 und im Jahre 1881 mit 21,1 pro Jahr und 10000 Einwohner (unter jenen namentlich

Scharlach mit 2,0 und 6,1; Croup und Diphtherie mit 14,5 und 10,0) eine hohe Stelle ein, obwohl die Typhus-Todesfälle mit 2,3 und 2,2 eine verschwindend kleine Zahl darstellen.

Höher noch stehen die acuten (entzündlichen) Krankheiten der Athmungsorgane mit 24,3 und 32,9 (gegen 22,1 und 22,0 der deutschen Städte) und die Tuberkulose der Lungen mit 49,4 und 52,7 (gegen 34,6 und 34,5 der deutschen Städte) pro 1880 und 1881 und 10000 Einwohner.

Wie wenig die Sterblichkeit von den Jahreszeiten und den damit zusammenhängenden meteorologischen Verhältnissen, die übrigens, wie schon erwähnt, in den Jahren 1880 und 1881 mit Ausnahme der Temperatur im Januar und Februar 1880 ziemlich normale zu nennen sind, abhängig ist, davon liefern die Curven Fig. 1, 2 u. 3 den deutlichsten Beweis; sie bestätigen eben wieder nur, dass vor Allem die Lebensverhältnisse der Bevölkerung: Nahrung, Kleidung und Wohnung den grössten Einfluss auf die Gesundheit und Sterblichkeit ausüben.

Dasselbe gilt auch für die örtliche Vertheilung der Sterblichkeit: die von einer armen, anstrengend arbeitenden Bevölkerung am dichtesten besetzten Stadttheile, sie mögen noch so sonnig und luftig gelegen sein, liefern das grösste Sterblichkeits-Contingent im Allgemeinen, in der Kindersterblichkeit und bei anderen, namentlich Infections-Krankheiten.

Als Schluss dieses Abschnittes möge eine von mir für die „Veröffentlichungen des Kaiserlich deutschen Gesundheitsamtes“ bearbeitete Geburts- und Sterblichkeits-Statistik für das Jahr 1881 folgen (Tabelle V.), welche mit Einem Blicke die hier einschlägigen Verhältnisse zu übersehen gestattet.

III Krankheits-Charakter. Morbidität.

(Hiezu Tafel IX Fig. 11—14.)

Es ist schwer, wenn nicht geradezu unmöglich, in der Stadt Würzburg von einem bestimmten Krankheits-Charakter zu sprechen. Vorherrschend sind allerdings acute und chronische Erkrankungen der Athmungsorgane; diesen zunächst kommen die Krankheiten (zumeist Katarrhe) des Verdauungs-Apparates, allein diese Art von Erkrankungen ist vor allem begründet in den lokalen Verhältnissen Würzburgs: Kalkstaub, geringe Luftströmung, rascher Temperaturwechsel u. A. bedingen eine Reihe von Krankheiten, aber nicht einen Krankheits-Character.

Eine genaue Statistik bezüglich dieser Krankheit lässt sich leider z. Z. nicht herstellen. Zwar hat man die Aerzte der Stadt seit einer Reihe von Jahren dazu zu gewinnen gesucht, dass sie durch wöchentliche Ausfüllung von Zählkarten über das Auftreten von Infections-Krankheiten nähere Aufschlüsse und Mittheilungen geben allein so regelmässig und gewissenhaft eine Reihe von Aerzten dies thun, so muss leider auch constatirt werden, dass eine ziemlich grosse Zahl und darunter sehr beschäftigte derselben, diese kleine Mühe bisher scheuten, so dass ein vollständiges Bild sich nicht gewinnen lässt.[1])

Auch die im Juliusspitale behandelten hier einschlägigen Krankheitsfälle lassen sich zu einer correcten Statistik nicht verwerthen, da unter denselben eine grosse Zahl von auswärts eingebrachter, ortsfremder Kranken sich befindet.

Am zuverlässigsten sind nur die in der Poliklinik gesammelten Beobachtungen, da sie fast ausschliesslich Ortsanhörige umschliessen, welche allerdings nur einer einzigen, der ärmeren Bevölkerungsklasse angehören.

Immerhin habe ich es versucht, aus dem mir zu Gebote stehenden Materiale, von welchem ich das poliklinische der Güte des I. Assistenzartes Herrn Dr. *Truckenbrod* verdanke, für das Jahr 1881 in der folgenden Tabelle eine Morbiditäts-Statistik der Infections-Krankheiten nach ihrer jahreszeitlichen Vertheilung herzustellen, welcher ich die Zahl der Todesfälle beifüge, um von ihr Rückschlüsse auf die Morbidität machen zu können.

---

[1]) Vergl. *Hofmann:* Bericht über die im Jahre 1880 in Würzburg vorgekommenen Infectionskrankheiten. Aerztl. Intell.-Bl. 1881 Nr. 30 u. 31.

Jahreszeitlich vertheilen sich nämlich:

	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septb.	Octbr.	Novbr.	Decbr.	Summa
Temperatur	— 6,2	+ 1,0	4,4	6,6	13,0	16,5	19,6	17,0	12,5	5,1	5,3	1,2	
Scharlach-Erkrankungen													
Stadt	89	57	43	51	88	57	30	25	24	24	31	37	532
Poliklinik	17	7	3	7	19	13	14	10		11	11	9	125
„ Todesfälle	3	5	1	2	3	1	2	3	2	5	2	2	31 oder 4,7% aller Erkrankt.
Diphtherie-Erkrankungen													
Stadt	76	42	31	39	46	40	19	17	18	14	22	25	389
Polikinik	7	4	1	6	6	6	2	11	4	5	3	2	57
„ Todesfälle	6	4	3	11	6	5	2	5	2	3	2	2	51oder 11,4% aller Erkrankt.
Keuchhusten-Erkrankung													
Stadt	9	—	14	17	17	12	4	9	5	—	—	2	89
„ Todesfälle	1	—	3	1	1	—	1	3	1	—	—	—	11 oder 11,1% alle Erkrankt.
Typhus-Erkrankungen													
Stadt	2	—	6	6	10	5	—	3	—	—	3	4	41
Poliklinik	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
„ Todesfälle	1	—	1	1	5	2	—	—	1	—	—	—	11 oder 25,5% aller Erkrankt.
Parotitis	17	27	19	24	29	36	21	28	17	14	13	13	258
Varicellen	—	—	—	—	—	—	—	—	5	7	11	17	40
Summa aller Erkrankungen	196	126	113	137	190	150	54	82	69	59	80	96	1349
Summa der Gestorbenen	11	9	8	15	15	8	5	11	6	8	4	4	104 oder 7,0% aller Erkrankt.

Oertlich vertheilen sich die wichtigeren dieser Infectionskrankheiten folgendermassen:

	I. District.	II. Distr.	III. Distr.	IV. Distr.	V. Distr.	Summa
Scharlach	102	92	83	120	135	532
Diphtheritis	82	76	65	73	93	389
Keuchhusten	19	17	20	19	14	89
Typhus	9	5	7	10	11	41

Im Juliusspitale wurden behandelt und starben

	behandelt	starben
Scharlach	19	1 oder 5,2%
Diphtherie	66	5 „ 7,5%
Typhus	62	6 „ 9,5%
Summa	147	12 „ 8,1%

In graphischer Darstellung finden sich diese Verhältnisse in den Curven auf Tafel IX. Fig. 11—14.

Ein besonderer jahreszeitlicher Unterschied im Auftreten der Infectionskrankheiten macht sich nur bei Scharlach und Diphtherie bemerklich und scheint an dem höheren Stande der Krankenzahl in den Winter- und Frühlingsmonaten mehr das Zusammengedrängtsein der Kinder in den Wohnungen und Schulen, der Mangel an ausgiebiger Bewegung und freier Luft u. dgl. die Schuld zu tragen.

Im Mai macht sich eine Steigerung bei Scharlach, Diphtherie, Typhus und Parotitis geltend, wie denn der Mai überhaupt der Monat mit erhöhtem Krankenstande ist.

Bezüglich der örtlichen Vertheilung sind es zunächst der I. und V., zum Theil auch der IV. District, in denen ein Ansteigen der Erkrankungen ersichtlich ist; es sind dies die von dem ärmeren Theile der Bevölkerung bewohnten Bezirke.

Was die einzelnen Infectionskrankheiten betrifft[1], so kamen

1. die Blattern im Jahre 1880 nur in 4, im Jahre 1881 nur in Einem Falle vor. Die 4 Blattern-Erkrankungen im Jahre 1880 traten in dem Zuchthause für weibliche Sträflinge in Würzburg auf, wohin sie ohne Zweifel durch eine neu eingetretene Strafgefangene eingeschleppt waren. Der Character des Exanthems war übrigens so weit entwickelt, dass derselbe, wie es in dem diesbezüglichen Berichte heisst, schwer von Varicellen zu unterscheiden war.

Der im Jahre 1881 beobachtete einzige Fall betraf eine erst kürzlich aus Metz gekommene Dienstmagd, die offenbar dort

[1] Conf. *Hofmann*, a. a. O.

oder auf der Reise schon inficirt war. Rasch vorgenommene Revaccinationen und Desinfectionen verhinderten eine Ausbreitung der Krankheit.

Ist schon dies seltene Auftreten der Blattern in einer von Fremden oft der bedenklichsten Art viel besuchten und durchzogenen Stadt wie Würzburg bemerkenswerth, so erscheinen in dieser Beziehung noch auffallender die im Kreise Unterfranken herrschenden Verhältnisse im Laufe der letzten 12 Jahre. Die Anzahl der Blattern-Erkrankungen betrug nämlich in Unterfranken

im Jahre 1870	618		im Jahre 1876	195
„ „ 1871	2662		„ „ 1877	173
„ „ 1872	1175		„ „ 1878	23
„ „ 1873	509		„ „ 1879	14
„ „ 1874	593		„ „ 1880	6
„ „ 1875	294		„ „ 1881	5

und was jetzt schon anticipando erwähnt sein möge 1882 0.

Bedarf es wohl noch eines weiteren Beweises für den Werth der in Bayern gesetzlich zur Ein- und Durchführung gelangten Revaccinationen, wenn man diese in steter Abnahme begriffene Anzahl der Blatternerkrankungen vergleicht mit der Zahl der Blattern-Statistik anderer Länder, z. B. Frankreich, in denen der Impfzwang nicht besteht?

2. Die Masern kamen in den Jahren 1880 und 1881 in Würzburg nur in einzelnen Fällen gutartigster Form zur Beobachtung. Das Publikum sieht sich selten veranlasst, einen Arzt zu rufen, so dass sich statistische Angaben über das Auftreten der Masern nicht machen lassen.

3. Scharlach trat im Jahre 1881 in allen Monaten und Districten auf und erreichte (Taf. IX. Fig. 5 u. 13) seine Höhe im Mai, dem nur der Januar gleichkam. Die erste Jahreshälfte hat überhaupt die meisten und zwar 234 mehr als die zweite. — Diese Verhältnisse waren sich gleich in der Stadt — und poliklinischen Praxis.

4. Diphtherie hält, wie aus Taf. IX. Fig. 13 ersichtlich, mit dem Scharlach gleichen Schritt, ein Beweis, in welch' engem verwandtschaftlichen Verhältnisse sie stehen und wie sie sich gegenseitig bedingen. Der allgemeinen Erfahrung entsprechend ist auch hier die Sterblichkeit bei reinem Scharlach auffallend geringer als bei Diphtheritis.

Die Häufigkeit des Scharlachs im Jahre 1881 geht übrigens am besten aus einer Zusammenstellung der Sterblichkeitsziffern früherer Jahre hervor. Es treffen nämlich auf 10000 Lebende

in den Jahren	1860—64	= 1.4	im Durchschnitt also 3,0
	1865—69	= 5,3	
	1870—74	= 4,5	
	1875—79	= 0,8	
	1880	= 2,0	
	1881	= 6.1	

Die letztere Zahl trifft übrigens annähernd mit dem Durchschnitte der Scharlach-Sterblichkeitsziffer in den deutschen Städten überein, wo sie 1877/79 = 5,5, 1880 = 5,7 und 1881 = 6.3 betrug.

Bezüglich des Auftretens des Scharlach und der Diphtheritis nach Alter, Geschlecht und Jahreszeit vgl. auch Tab. III, IV, V.

5. Keuchhusten fehlte nur im Februar, October und November und war am häufigsten in den Monaten April, Mai, Juni und August. Die Zahl der Erkrankungen ist im Ganzen nicht bedeutend (conf. Taf. IX. Fig. 6), dagegen fällt die Höhe der Sterblichkeit mit 11,1% auf. Allerdings muss hiebei in's Auge gefasst werden, dass eine grosse Zahl von Keuchhusten-Fällen nicht in ärztliche Behandlung und dadurch auch nicht zur Meldung kommen. Massgebender erscheint hier das Sterblichkeits-Verhältniss zur Bevölkerungszahl. Es starben nämlich von 10000 Lebenden

in den Jahren	1860—64	= 1,9	im Durchschnitt also 3,0 auf 10000 Lebende
	1865—69	= 4,0	
	1870—74	= 2,9	
	1875—79	= 3,3	
	1880	= 2,9	
	1881	= 2,2	

so dass sich das Sterblichkeits-Verhältniss allerdings um ein Bedeutendes günstiger gestaltet.

6. Typhus ist in Würzburg eine sehr seltene Erkrankung; von der mehr als 52000 Seelen zählenden Bevölkerung wurden im Jahre 1881 nur 41 oder auf 10000 = 7,8 davon befallen. Im Juliusspitale kamen allerdings noch 62 derartige Erkrankungsfälle vor, allein unter diesen befanden sich 53 Ortsfremde, so dass auch hiedurch die ganze Morbiditäts-Ziffer nicht alterirt wird.

Am bemerkenswerthesten erscheint die Thatsache, dass in der Poliklinik, deren Aufzeichnungen genau und gewissenhaft sind, im Jahre 1881 nur 2 Fälle von Erkrankungen an Typhus zur Beobachtung kamen, obwohl derselbe eigentlich die Krankheit des poliklinischen Publikums, der ärmeren Bevölkerung, des Proletariates ist.

Vergleicht man die vorangehende Zusammenstellung der Typhuserkrankungen und Todesfälle mit den meteorologischen Beobachtungen auf Taf. VIII, so ist ein Zusammenhang ebensowenig zu eruiren, wie aus den Verhältnissen des Grundwassers (Taf. VIII Fig. 4). Die wenigen Fälle sind entweder eingeschleppt (2 Ortsfremde unter 11 Todten), oder es sind sporadische, bei denen man jedoch, wie die beschäftigten Aerzte mittheilen, in der Regel eine directe Uebertragung nachweisen kann.

Auch hier dürfte die Einschaltung der Mortalitäts-Verhältnisse aus den letzten Jahrzehnten gerechtfertigt erscheinen. Es starben nämlich von 10000 Lebenden:

in den Jahren	1845—49 = 17,9		1870—74 = 10,9	
	1850—54 = 19,9		1875—79 = 3.7	
	1855—59 = 12,7		1880 = 2,3	
	1860—64 = 12.1		1881 = 2,2	
	1865—69 = 14,1			

Diese Zahlen sind die sichersten Beweise eines glänzenden Sieges, welchen unsere städtische Verwaltung in neuerer Zeit errungen hat und der, theilweise in Ziffern ausgedrückt, auf pag. 52 in der *v. Zürn*'schen Zusammenstellung sich repräsentirt: aus dem alten, von starken Befestigungen rings umgebenen und eingeschlossenen Würzburg ist eine nach allen Seiten offene, freie Stadt geworden; die Wälle und Thore sind gefallen; die nassen sumpfigen Stadtgräben sind ausgetrocknet und ausgefüllt; die Stadt ist durchzogen von einem ausgedehnten Netze von Kanälen, welche alles Ueberflüssige abführen, und von Röhren, welche Wasser im Ueberfluss in alle Theile der Stadt, in jedes Haus, jedes Stockwerk bringen und es ermöglichen, dass nicht nur die Kanäle, sondern auch die Cloaken und Aborte in reichlichster Weise durchspühlt und gereinigt werden können. Dies und die Entfernung einer Reihe anderer Schädlichkeiten, so namentlich der Metzgereien aus der Stadt haben die guten sanitären Verhältnisse geschaffen, welche in der verschwindend kleinen Zahl der Typhus-Erkrankungen am deutlichsten zu Tage treten.

7. Darmkatarrh, Brechdurchfälle, Enteritis, diese Trias enge verwandter Krankheiten, sind nach den Beobachtungen der Poliklinik bezüglich der Häufigkeit und Zeit ihres Auftretens in Curven auf Taf. IX. Fig. 14, bezüglich der Sterblichkeit in Zahlen auf pag. 40 und 41 sowie aus den Tab. III, IV und V und aus Tafel IX Fig. 6a zu ersehen.

Der Zahl nach kommen diese Erkrankungen am seltensten in den Wintermonaten, am häufigsten im Hochsommer vor, in einer Zeit, wo die Milch, die Hauptnahrung der Kinder, am leichtesten und häufigsten in Zersetzung und Gährung geräth. Die Curve steigt vom niedrigsten Punkte im Januar ständig und gleichmässig nur mit einer kleinen Senkung im Mai hinauf bis zum Juli, um von dort ebenso gleichmässig wieder bis zum December zu fallen. Hiemit correspondirt vollkommen die monatliche Sterblichkeit (Tabelle IV).

8. Krätze. Sie wird zumeist durch Fremde, Durchreisende hieher geschleppt. Unter den 511 (433 Männer, 78 Weiber) im Juliusspital und den 188 (181 Männer, 7 Weiber) im Ehehaltenhaus behandelten (in Summa 699), befinden sich nicht weniger als 627 Ortsfremde.

9. Syphilis. Die sexuellen Erkrankungen incl. Gonorrhoe sind, allerdings auch vermehrt durch Zugereiste, in steter Zunahme begriffen. Es wurden im Jahre 1881 behandelt:

Krankheit	Militär spital	Juliusspital		Ehehaltenhs.		Poliklinik		Gestorben	
	m.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.
Gonorrhoe . .	86	65	15	8	—	—	—	1	—
Primäre Syphilis	30	49	35	1	—	25	22	—	1
Constitut. Syphilis	57	86	89	1	1	9	11	4	5
Summa	173	200	147	10	1	34	33	5	6
Sa. 609 =	173	347		11		67		11	

Rechnet man hiezu noch die unzweifelhaft viel grössere Zahl der mit derartigen Erkrankungen in Privatbehandlung befindlichen Personen, so muss man auf die Frage nach der Ursache dieser hohen Zahlen unbedingt die Mangelhaftigkeit und Halbheit der gegenwärtigen Einrichtungen beschuldigen. Man gestattet gesetzlich auf der einen Seite die Prostitution, duldet aber auf der anderen Seite keine Bordelle. Etablirt sich irgendwo in einem

abgelegenen Winkel Ein Freudenmädchen — mehr werden in einem Hause in der Stadt nicht geduldet — so beschwert sich baldigst ein frommer Nachbar und die Puella wird exmittirt. Hiedurch hört natürlich auch jede Controle auf und wird nur der Unfug auf Alleen und Glacis und damit die nothwendige Mehrung und Ausbreitung der Syphilis befördert. Während z. B. Anfangs 1880 noch einige 30 Freudenmädchen unter Controle standen, so sind dies z. Z. nur noch 6—8. Aber auch die Controle, wie sie bis jetzt gehandhabt wurde, bietet noch keine Garantie; denn die bisherige einmalige wöchentliche Untersuchung der Prostituirten kann nicht genügen, da dieselben in dem Zeitraume von 8 Tagen ebenso leicht erkranken wie eine Reihe von Männern anstecken können. Hier thut in der That Hilfe Noth.

10. Parotitis epidemica. In der gutartigsten Form tritt diese eigenthümliche Erkrankung fast alljährlich in hiesiger Stadt als kleine Epidemie in Scene.

11. Erkrankungen der Athmungsorgane. Wenn auch nicht absolut zu den Infectionskrankheiten gehörig, so ist eine Besprechung dieser Krankheiten doch hier am Platze, da sie die Morbiditäts- und Mortalitäts-Verhältnisse der Stadt Würzburg in so hohem Grade beeinflussen.

Von den praktischen Aerzten der Stadt gehen hierüber regelmässige Meldungen nicht ein, so dass nur das Material der Poliklinik i. J. 1881, welches ich Herrn Assistenzarzt Dr. *Truckenbrod* verdanke, zu einer Betrachtung über Häufigkeit und zeitliches Auftreten der acuten Erkrankungen verwerthet werden kann, wie dasselbe in graphischer Darstellung auf Taf. IX. Fig. 11 zu finden ist.

Es bietet diese Curve ein eigenthümliches Bild: ein (von kleinen Schwankungen abgesehen) beständiges Abwärtsgehen von 127 Erkrankungen im Januar bis zu 10 im September; von da ein langsames Steigen bis zu 23 im December. Der Januar mit seiner abnorm niedrigen Durchschnitts-Temperatur (— 6,2° C.) hat gegenüber allen übrigen Monaten auch eine ganz abnorme Morbiditäts-Ziffer; ebenso steigt, wenn auch nur in geringem Grade, der Juli bei + 19,6° C., so dass der Einfluss dieser Temperatur-Extreme auf die Zahl der Erkrankungen sogleich ersichtlich ist.

Dass bei dieser Höhe der Erkrankungen das erste Lebensjahr sehr betheiligt ist, lässt sich aus Fig. 7 auf Tafel IX. (Sterbefälle nach Lebensjahren) mit Bestimmtheit schliessen. Wie die Morbidität so steht auch die Mortalität des ersten Lebensjahres im Januar weitaus am höchsten und es ist eigenthümlich, wie beide Curven, die der Erkrankungen in Fig. 11 und die der Sterbefälle in Fig. 7 sich ähnlich sind und correspondiren.

Nicht ohne Interesse ist auch die Erkrankungs-Curve des Militärs (Taf. IX Fig. 11), wozu ich das Material Herrn Oberstabsarzt Dr. *Mohr* verdanke. Die Zahl der Erkrankungen an acuten Leiden der Athmungsorgane unter diesen jungen Leuten, welche in gleichem Alter und unter denselben Lebensverhältnissen stehen, welche den gleichen, mitunter nicht geringen, durch ihren Dienst bedingten Anstrengungen und Schädlichkeiten ausgesetzt sind, ist eine verhältnissmässig sehr kleine und jahreszeitlich sehr wenig schwankende.

Die hieher bezügliche Curve könnte im Stande sein, die ganze Theorie vom Einflusse der klimatischen und meteorologischen Verhältnisse auf die Entstehung der genannten Erkrankungen über den Haufen zu stossen, wenn man nicht die Jugend, die körperliche Kraft und Resistenzfähigkeit und den guten Ernährungszustand der Mannschaft in Rechnung bringen müsste.

Der Tuberculose der Lungen habe ich gleichfalls schon oben pag. 42 u. ff. bezüglich ihrer Mortalitäts-Verhältnisse gedacht. (Conf. auch Taf. IX Fig. 8.) Wenn ich dort von Kalkstaub, von der geringen Luftströmung und dem oft raschen Temperaturwechsel in Würzburg als möglichen ätiologischen Momenten gesprochen, so versteht es sich wol von selbst, dass ich dadurch mit den Resultaten der Forschungen der Neuzeit, namentlich mit der *Koch*'schen epochemachenden Entdeckung des Tuberkel-Bacillus nicht im Entferntesten in einen Gegensatz treten oder deren Werth nur im Geringsten in Zweifel ziehen will; obgleich gewiss nicht behauptet werden kann, dass die *Koch*'sche Theorie, der gegenüber den Untersuchungen von *Schottelius*, *Crämer*, *Bettweiler*, *Spina* u. A. doch auch eine gewisse Berechtigung zugesprochen werden muss, jetzt schon als ein medicinischer Glaubensartikel angesehen werden muss.

Durch die *Koch*'sche Lehre ist die Tuberkulose offenbar in die Reihe der Infectionskrankheiten geschoben und es wird eine

sehr wichtige Aufgabe der Hygiene sowohl wie der pathologischen Anatomie werden, den Grund zu finden, warum gerade in Würzburg unter den pag. 51 u. ff. u. 61 schon besprochenen gegenwärtig so günstigen hygienischen Verhältnissen der Tuberkel-Bacillus einen für seine Entwicklung und Vermehrung so ungemein günstigen Boden findet.

Der Statistik aber fällt in Würzburg die Aufgabe zu, der Verbreitung der Tuberkulose durch Vererbung in den Familien, der bisher als pathogenetischen Grundsatz angenommenen Heredität; der Uebertragung von Kranken auf Gesunde, von Mann auf Frau u. s. w., kurz der Art und Entwickelung der Infection auf das Sorgfältigste nachzugehen.

Wenn ich die poliklinischen Erfahrungen über Tuberkulose auf Taf. IX Fig. 12 graphisch darzustellen versuchte, so kann dies natürlich nur den Zweck haben zu zeigen, zu welcher Jahreszeit die Beschwerden der Tuberkulösen am stärksten werden, wenn man dies aus dem Aufsuchen der ärztlichen Hilfe schliessen darf und es ist mit Rücksicht auf die meteorologischen Verhältnisse begreiflich, dass dies im April der Fall ist, dem der Mai auch mit einer grösseren Zahl von Sterbefällen folgt. Die letzteren erreichen übrigens in Würzburg eine ganz extreme Höhe im 31.—40. Lebensjahre, von welchen Jahren nach vorwärts und rückwärts ein ebenso steiler Abfall stattfindet.

Behandelt wurden im Jahre 1881 Erkrankungen der Athmungsorgane:

in der Poliklinik an	acut. Entzündung.	208	mit	17	od.	8,1%	Todesfällen	
	Tuberkulose	134	„	51	„	38,0	„	„
im Juliusspital an	acut. Entzündung.	143	„	11	„	7,7	„	„
	Tuberkulose	137	„	53	„	38,6	„	„
im Ehehaltenhaus an	acut. Entzündung.	6	„	4	„	66,6	„	„
	Tuberkulose	—	„	—	„	—	„	„

IV. Ernährung.

Bei dem grossen Einflusse, welchen die Ernährung auf die gesundheitlichen Verhältnisse einer Bevölkerung ausüben, erscheint es nicht unwichtig, zu constatiren, in welcher Weise die Einwohnerschaft der Stadt Würzburg sich nährt und entnehme ich zu diesen Zwecken die nachfolgenden Zusammenstellungen den mir zur Verfügung gestellten Uebersichten der Verwaltung des städtischen Schlacht- und Viehhofes und des städtischen Accisamtes.

Der Fleischconsum geht aus der Uebersicht der Schlachtungen, der Einfuhr an frischem Fleisch und Wildfleisch und des Wildpretconsums pro 1880 und 1881 hervor, welche folgende Resultate liefern:

Quartal	Schlachtungen								Einfuhr v. frischem Fleisch u. Wildfleisch		Wildpretconsum				
	Ochsen	Stiere	Kühe	Raupen	Kälber	Schafe	Schweine	Pferde	Ctr.	Pf	Hochwild	Frischlinge	Rehböcke	Rehkitzen	Hasen
1880.															
I.	1388	63	371	1	3795	479	3803	—	1247	31	1	15	103	19	1452
II.	1448	147	391	1	4923	327	3384	—	1187	56	1	9	94	2	—
III.	1512	210	378	3	4461	347	2800	—	1140	92	4	10	126	3	1735
IV.	1482	183	391	7	3225	1360	3891	—	1629	57	14	18	153	19	8960
Summa	5830	603	1531	12	16404	2513	13878	—	5205	34	20	52	476	43	12147
1881.															
I.	1422	149	407	—	3733	338	3647	—	1230	37	20	15	255	25	3499
II.	1457	123	424	2	4868	367	3192	—	1248	99	2	10	102	4	—
III.	1591	136	395	—	4220	867	2971	5	1110	1	3	12	148	13	2528
IV.	1450	156	600	2	4278	751	3938	39	1100	8	24	14	210	27	13544
Summa	5920	564	1826	4	17099	2323	13748	44	4689	45	49	51	715	69	19571

Setzt man diese Zahlen der geschlachteten und eingeführten Thiergattungen in das ihnen nach hiesigen Verhältnissen zukommende Gewicht um und vertheilt dies pro Kopf der Bevölkerung, so erhält man für das Jahr 1880 nachstehende Werthe:

1 8 8 0

						Pro Kopf der Bevölkerung
5830	Ochsen	à 550	Pfd.	=	3206500 Pfd.	62,87 Pfd.
603	Stiere	à 350	„	=	211050 „	4,15 „
1531	Kühe	à 350	„	=	535850 „	10,50 „
12	Raupen	à 150	„	=	1800 „	0,03 „
16404	Kälber	à 50	„	=	820200 „	16,08 „
2513	Schafe	à 40	„	=	100520 „	1,97 „
13878	Schweine	à 100	„	=	1387800 „	27,21 „
Sa. 40771	Thiere			=	6263720 Pfd.	122,80 Pfd.

Importirt. Fleisch u. Wildpret				520534 „	10,20 „
20 Stück	Hochwild	à 150	Pfd.	3000 „	1,75 „
52 „	Frischlinge	à 15	„	780 „	
476 „	Rehböcke	à 25	„	11900 „	
43 „	Rehkitzen	à 15	„	645 „	
12147 „	Hasen	à 6	„	72882 „	

Also im Ganzen pro Kopf

Von hier geschlachtetem Vieh	122,80 „
„ importirtem Fleisch und Wild	10,20 „
„ Wildpret	1,75 „

Sa. des ganzen Consums 6873461; pro Kopf der Bevölkerung . . . . 134,75 Pfd.

1 8 8 1

				Pro Kopf der Bevölkerung	
5920	Ochsen	=	3256000 Pfd.	62,45 Pfd.	
564	Stiere	=	197400 „	3,78 „	
1826	Kühe	=	639100 „	12,26 „	
4	Raupen	=	600 „	0,01 „	
17099	Kälber	=	854950 „	16,39 „	
2323	Schafe	=	92920 „	1,78 „	
13748	Schweine	=	1374800 „	26,37 „	
Sa. 411484	Thiere		6415770 Pfd.	123,04 Pfd.	
Import. Fleisch u. Wildpret			468945 „	8,10 „	
49 Stück	Hochwild		7350 „	0,14 „	2,85
51 „	Frischlinge		765 „	0,015 „	
715 „	Rehböcke		17875 „	0,34 „	
69 „	Rehkitzen		1035 „	0,02 „	
19571 „	Hasen		117426 „	2,25 „	
			138140 Pfd.	10,96 Pfd.	

Also im Ganzen pro Kopf

Von hier geschlachtetem Vieh	123,04	Pfund
„ importirtem Fleisch und Wild	8,10	„
„ Wildpret	2,85	„

Sa. des ganzen Consums 6553910; pro Kopf der Bevölkerung . . . . 133,99 Pfund.

Nimmt man hiezu noch die grosse Menge von Lämmern, Geischen und Spanferkeln, Geflügel etc., die hier verzehrt wird, so ist der Fleisch-Consum immer noch ein sehr bedeutender, obwohl er seit dem Jahre 1879 um 16,28 Pfd. pro Kopf abgenommen hat; eine Abnahme, welche, wie aus der Uebersicht zu entnehmen, zumeist auf die verminderte Schlachtung der Schweine kommt, die sich im Laufe der letzten 2 Jahre um 1096 Stück verringert hat.

Seit September 1881 wurde in Würzburg auch wieder eine Pferdeschlächterei errichtet, in welcher innerhalb 4 Monaten 44 Stück geschlachtet wurden. Gegen den Genuss des Pferdefleisches herrscht übrigens hier zu Lande im Allgemeinen noch ein schwer zu besiegendes Vorurtheil und selbst der Arbeiter, der arme Mann isst in der Regel sein Brod lieber trocken als mit Pferdewurst oder Fleisch.

Neben grossen Quantitäten Wein wird in Würzburg auch ziemlich viel Bier getrunken, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Jahrgang	Hier verbrautes Malz	Bier hieraus à 215 lit. pr. Hl. Malz	Ausgeführtes Bier	Hier consumirtes Bier	Von auswärts eingef. Bier	Total-Consum
	Hl.	Hl.	Hl.	Hl.	Hl.	Hl.
1880	57415,12	123442,50	38154,82	85287,68	42502,06	127789,74
1881	63397,95	136305,59	47442,30	88863,29	43783,88	132647,17

Auf den Kopf der Bevölkerung trafen demnach im Jahre 1880 = 252,4 und im Jahre 1881 = 256,3 Liter Bier.

Diese Zusammenstellung dürfte den Beweis liefern, dass die Ernährung der sehr thätigen und arbeitsamen Bevölkerung der Stadt Würzburg eine gute, dass von Mangel keine Rede ist und dass die socialen speciell die Ernährungs-Verhältnisse auf die Morbidität einen ungünstigen Einfluss kaum ausüben können.

Tabellen.

Tabelle I.

Geburten.

Monate	Lebend-Geborene				Todt-Geborene				Gesammt-summe
	Ehelich.		Unehel.		Ehelich.		Unehel.		
	männl.	weibl.	männl.	weibl	männl.	weibl	männl.	weibl.	
1880.									
Januar	44	39	20	21	1	2	1	2	130
Februar	49	53	18	10	—	2	—	1	133
März	45	50	20	14	2	2	1	1	135
April	48	39	19	19	2	3	1	3	134
Mai	42	51	20	24	2	—	1	—	140
Juni	51	54	16	17	2	3	1	2	146
Juli	50	57	17	18	—	3	1	1	147
August	39	43	13	18	1	1	2	—	117
September	51	39	12	15	2	—	1	—	120
Oktober	56	53	22	18	4	2	2	1	158
November	48	44	21	13	3	—	—	—	129
December	51	44	17	14	2	1	2	1	132
Summa	574	566	215	201	21	19	13	12	1621
1881.									
Januar	37	45	23	18	3	2	—	—	128
Februar	45	47	18	15	2	2	—	—	129
März	52	49	18	25	—	3	1	3	151
April	56	46	20	14	1	1	4	—	142
Mai	54	43	11	23	—	—	2	—	133
Juni	50	44	12	21	1	1	—	1	130
Juli	38	56	20	15	1	2	—	—	134
August	44	51	9	12	—	—	—	—	116
September	48	51	25	20	—	2	1	1	148
Oktober	50	39	9	13	1	1	2	—	115
November	41	41	16	17	2	1	—	—	118
December	41	45	17	20	2	1	2	—	128
Summa	556	557	198	215	13	16	12	5	1572

Tabelle II. Uebersicht der Gestorbenen nach

Monate	Zahl der													
	im ersten Lebensjahre				im zweiten Lebensjahre				im 3.—5. Lebensjahre		im 6.—10. Lebensjahre		im 11.—15. Lebensjahre	
	Ehelich		Unehel.		Ehelich		Unehel.							
	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.
1880														
Januar	9	7	4	5	3	2	1	—	4	4	—	1	—	1
Februar	8	7	5	7	2	7	—	—	2	2	2	2	—	1
März	15	8	4	2	3	3	—	1	9	4	1	1	—	2
April	8	9	2	4	4	2	2	—	1	5	3	1	—	—
Mai	12	15	3	—	3	5	—	1	7	2	4	1	1	1
Juni	7	12	4	4	2	—	1	2	7	1	2	1	2	1
Juli	8	6	3	2	2	3	—	—	3	4	1	1	—	1
August	10	7	4	7	1	—	—	—	5	1	3	2	3	—
September	9	8	4	4	6	1	1	—	5	—	1	—	2	—
October	9	4	2	—	1	3	—	2	4	6	6	3	1	2
November	12	7	3	2	4	2	—	—	3	3	2	2	—	2
December	12	3	5	1	2	4	1	—	5	7	4	4	2	—
Summa	119	93	43	38	33	32	6	6	55	39	29	19	11	11
1881														
Januar	13	12	7	7	4	5	1	1	5	7	1	1	1	3
Februar	8	6	4	3	5	4	—	—	7	1	1	—	1	—
März	10	13	6	3	6	6	—	—	6	3	2	2	1	—
April	4	5	4	5	3	2	2	1	3	6	5	2	—	—
Mai	17	10	4	1	2	2	2	1	1	7	4	—	2	1
Juni	9	8	1	2	1	5	—	—	4	2	2	2	3	—
Juli	18	17	4	8	2	6	—	—	2	1	8	2	—	2
August	11	13	6	5	5	1	—	—	2	4	3	3	2	1
September	12	9	4	3	1	3	—	—	1	4	—	3	1	—
Oktober	8	1	4	2	3	2	—	—	1	5	5	2	—	—
November	17	13	3	1	1	1	1	—	1	4	—	1	—	—
December	11	4	4	2	1	3	—	—	1	3	—	5	1	1
Summa	138	111	51	42	34	40	6	3	34	47	31	23	12	8

Altersklassen, Geschlecht und Jahreszeit.

Gestorbenen

im 16.—20. Lebensjahre		im 21.—30. Lebensjahre		im 31—40. Lebensjahre		im 41.—50. Lebensjahre		im 51.—60. Lebensjahre		im 61.—70. Lebensjahre		im 71.—80. Lebensjahre		im 81. Lebensj. u. darüber		Summa
m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	
1	1	9	7	5	4	6	11	4	7	6	11	5	4	7	1	130_{17}
2	5	6	3	5	5	11	3	6	4	2	1	7	7	3	5	121_{11}
—	2	2	6	7	5	2	5	9	6	1	6	2	9	3	1	119_{19}
1	1	7	4	2	9	5	4	4	5	9	6	6	11	2	5	122_{13}
—	1	5	2	6	10	9	4	8	7	9	9	11	9	3	3	151_{9}
1	2	2	6	1	4	5	6	2	8	6	7	2	7	4	1	110_{26}
—	1	8	4	3	3	3	4	3	8	9	8	4	8	4	3	108_{17}
1	2	2	3	4	5	2	2	7	—	5	5	5	5	4	1	96_{19}
2	1	1	3	2	3	6	2	6	2	6	3	3	14	1	2	98_{24}
1	3	5	3	4	1	7	4	3	2	4	8	4	6	5	4	106_{16}
1	1	3	2	4	2	3	1	6	7	6	4	4	7	3	2	98_{20}
1	1	4	1	4	4	3	5	3	5	4	7	1	6	3	2	103_{22}
11	21	54	44	47	55	62	51	61	61	67	75	54	93	42	30	1362_{213}
—	1	2	5	2	5	2	4	9	6	7	8	8	11	3	3	144_{18}
—	1	1	4	7	9	4	5	2	7	1	4	5	4	4	1	99_{9}
2	—	2	3	5	7	8	2	9	4	10	5	5	1	4	2	127_{15}
1	3	3	5	3	3	2	4	3	3	4	6	5	11	—	5	103_{11}
1	1	9	6	9	6	5	9	4	5	6	4	4	6	1	2	132_{14}
—	3	9	7	2	5	3	9	2	5	6	5	6	4	3	4	112_{20}
2	1	2	9	4	3	1	6	9	5	3	4	8	10	2	—	139_{19}
2	—	1	10	4	3	3	3	6	5	5	5	8	7	3	2	123_{23}
5	2	5	5	3	1	8	3	4	9	4	9	2	2	3	—	106_{18}
—	—	2	5	2	3	6	2	2	8	6	8	3	3	1	1	85_{14}
2	1	3	4	4	—	9	6	2	6	7	12	5	7	3	2	116_{20}
—	2	9	3	4	4	1	4	6	7	9	4	1	8	1	3	102_{17}
15	15	48	66	49	49	52	57	58	70	68	74	60	74	28	25	1388_{196}

Die klein gedruckten Ziffern geben die Zahl der unter den Gestorbenen befindlichen Ortsfremden an.

Tabelle III. **Zusammen**

der in hygienischer Beziehung

a) nach Alter

(Mit Ausscheidung der darin enthaltenen

No.	Todesursachen	1. Jahr				2—5		6—10		11—20		21—30	
		ehelich		unehelich									
		m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.
1	Lebensschwäche	22_1	24_1	5_2	10_2	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Durchfall der Kinder	29	13	5_1	7_1	3	2	—	2	—	—	—	—
3	Abzehrung d. Kinder	18	14	13	8	2	4	—	1_1	—	—	—	—
4	Fraissen	17	13	10_1	2_1	8	6	—	—	—	—	—	—
5	Typhus	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	4
6	Kindbettfieber	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
7	Blattern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Scharlach	1	—	—	—	5	12	6	2	1	1	—	—
9	Masern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Keuchhusten	7	1	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—
11	Croup und Dyphtheritis	4	2	1	1	12	19	6	3	—	—	—	2
12	Entzündungen der Athmungsorgane	16_2	21	5_1	2	16	18_2	1	1	2	—	3_1	1
13	Gastritis, Peritonitis, Enteritis	16_1	14_2	7_1	7_1	1	1	—	1	—	2	2_1	2
14	Tuberculose der Lungen	—	1	—	—	1	5	5	2	12_3	13_2	28_8	40_{10}
15	Chronische Herzkrankheiten	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	4_2	2
16	Magenkrebs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	Gehirnschlag	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
18	Altersschwäche	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

stellung

wichtigen Todesursachen.

und Geschlecht.

Ortsfremden in kleinen Ziffern.)

31—40		41—50		51—60		61—70		71—80		81 u. ff.		Auf 1000 Einw.	Summa		
m.	w.	m.	w.	m.	w	m.	w.	m.	w.	m.	w.		m.	w.	total
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,17	27_{4}	34_{2}	61_{6}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,17	37_{1}	24_{1}	61_{2}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,15	33	27_{1}	60_{1}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,08	35_{1}	21_{1}	56_{2}
1_{1}	1	—	—	—	1_{1}	1	—	—	—	—	—	0,21	4_{1}	7_{1}	11_{2}
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—	3	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	0,61	14	17	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21	8	3	11
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	0,98	24	27	51
3	7_{1}	5_{2}	8_{1}	3	5	9_{2}	10	13_{2}	9	5	5	3,24	81_{10}	87_{4}	168_{14}
—	2	1	1	—	2	1	2	—	1	—	—	1,19	28_{3}	35_{4}	63_{7}
29_{9}	25_{8}	20_{4}	25_{5}	22_{3}	15_{3}	12_{2}	9_{1}	4	1	—	—	5,20	133_{29}	136_{29}	269_{58}
—	1	—	3	3_{1}	5	4_{1}	6_{1}	2	2	--	2	0,64	13_{4}	22_{1}	35_{5}
1	—	2_{1}	2	4_{1}	4	3	4_{1}	3_{1}	1	1	1	0,50	14_{3}	12_{1}	26_{4}
4	—	—	3	8_{1}	10	9_{1}	14_{1}	1	8_{1}	2	2	1,19	24_{2}	39_{2}	63_{4}
—	—	—	—	—	1	2_{1}	8_{1}	25_{6}	33_{5}	17_{4}	13_{2}	1,91	44_{10}	55_{8}	99_{18}

Tabelle IV. **Zusammen-**

der in hygienischer Beziehung

b) nach Jahreszeit

(Mit Ausscheidung der darunter befind-

No.	Todesursachen	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni	
		m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.
1	Lebenschwäche	2	7	1	1	2	3	1	2	3	2	1	1
2	Durchfall der Kinder	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	4	4
3	Abzehrung d. Kinder	8	5	2	4	1	1	1	3	3	—	2	1_{1}
4	Fraissen	3	1	2_{1}	—	4	5	3	1	2	2	1	1
5	Typhus	—	1	—	—	1	—	—	1	2	3	1_{1}	1_{1}
6	Kindbettfieber	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
7	Blattern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Scharlach	1	2	3	2	1	—	1	1	2	1	—	1
9	Masern	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Keuchhusten	1	—	—	—	1	2	1	—	1	—	—	—
11	Croup und Diphtheritis	2	4	3	1	3	—	3	8	4	2	4	1
12	Entzündungen der Athmungsorgane	11	9	13_{1}	8	20_{4}	12	6_{1}	14_{1}	10_{1}	8_{1}	4_{2}	6_{1}
13	Gastritis, Peritonitis, Enteritis	—	2_{1}	2	1_{1}	3	2	2	3_{1}	7	2	2_{1}	5
14	Tuberkulose der Lungen	8	12_{1}	10_{4}	13	16_{1}	11_{2}	9	8_{1}	15_{3}	10_{2}	8_{1}	15_{4}
15	Chronische Herzkrankheiten	2	1	1	2	3_{1}	—	—	—	—	4	4_{1}	2
16	Magenkrebs	2	—	—	—	—	—	—	1	3_{1}	1	1	2_{1}
17	Gehirnschlag	—	4	—	1	4	1	1	1	1_{1}	4_{1}	2	3
18	Altersschwäche	9_{2}	8_{4}	4_{1}	3	2	1	3	8_{1}	2	4_{1}	1	5

stellung

wichtigen Todesursachen

und Geschlecht.

lichen Ortsfremden in kleinen Ziffern.)

Juli		August		Septemb.		October		Novemb.		Decemb.		Auf 1000	Summa		
m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	m.	w.	Einw.	m.	w.	total
1	5	2	3	1	4_{1}	5_{1}	3_{1}	5_{2}	1	3	2	1,17	27_{4}	34_{2}	61_{6}
8	6	6_{1}	7	9	2	3	—	4	2_{1}	2	1	1,17	37_{1}	24_{1}	61_{2}
1	2	5	2	1	2	3	2	4	3	2	2	1,15	33	27_{1}	60_{1}
4	2	3	1	3	3	1	—	3	4_{1}	6	1	1,08	35_{1}	21_{1}	56_{2}
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,21	4_{1}	7_{1}	11_{2}
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—	3	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	2	1	1	2	3	—	2	1	1	0,59	14	17	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	0,21	8	3	11
1	1	3	2	—	2	—	3	1	1	—	2	0,88	24	27	51
5	8	—	—	4_{1}	4	2	3_{1}	3	6	3	9	3,24	81_{10}	87_{4}	168_{14}
5	11	2	4	—	—	—	2	4	2	1_{1}	1_{1}	1,19	28_{3}	35_{4}	63_{7}
14_{3}	15_{2}	6_{2}	11_{4}	18_{6}	11_{2}	4_{1}	9_{4}	8_{2}	9_{2}	17_{6}	12_{5}	5,20	133_{29}	136_{29}	269_{58}
--	5	—	2_{1}	1_{1}	1	1	2	—	2	1	1	0,67	13_{4}	22_{1}	35_{5}
—	—	4_{1}	4	1_{1}	2	1	1	1	—	1	1	0,50	14_{3}	12_{1}	26_{4}
4	1	1	5_{1}	1	3	3	2	6_{1}	7	1	7	1,19	24_{2}	39_{2}	63_{4}
7_{4}	4	9_{3}	4_{2}	2	3	3	4	1	6	1	5	1,80	44_{10}	55_{8}	99_{15}

Tabelle V.

Geburts- und Sterblichkeits-Statistik

(51752 Einwohner incl.

Monat	Geburten: Lebend Geborene: ehelich: männlich	Geburten: Lebend Geborene: ehelich: weiblich	Geburten: Lebend Geborene: unehel.: männlich	Geburten: Lebend Geborene: unehel.: weiblich	Geburten: Lebend Geborene: Summa	Geburten: Todtgeborene	Zahl der Todesfälle ohne Todtgeburten: männlich	Zahl der Todesfälle ohne Todtgeburten: weiblich	Zahl der Todesfälle ohne Todtgeburten: Summa	Alter der Gestorbenen: 0 bis 1 Jahr: ehelich	Alter der Gestorbenen: 0 bis 1 Jahr: unehelich	1–5 Jahre	6–10 Jahre	11–20 Jahre	21–30 Jahre	31–40 Jahre	41–50 Jahre	51–60 Jahre	61–80 Jahre	81 Jahre und darüber
Jan.	37	45	23	18	123	5	65	79	144	25	14	23	2	5	7	7	6	15	34	6
Febr.	45	47	18	15	125	4	50	49	99	14	7	17	1	2	5	16	9	9	14	5
März	52	49	18	25	144	7	76	51	127	23	9	21	4	3	5	12	10	13	21	6
April	56	46	20	14	136	6	42	61	103	9	9	17	7	4	8	6	6	6	26	5
Mai	54	43	11	23	133	2	70	62	132	27	5	15	4	5	15	15	14	9	20	3
Juni	50	44	12	21	127	3	51	61	112	17	3	12	4	6	16	7	12	7	21	7
Juli	38	56	20	17	131	3	65	74	139	35	12	11	10	5	11	7	7	14	25	2
Aug.	44	51	9	12	116	—	61	62	123	24	11	12	6	5	11	7	6	11	25	5
Sept.	48	51	25	20	144	4	53	53	106	21	7	9	3	8	10	4	11	13	17	3
Oct.	50	39	9	13	111	4	44	41	85	9	6	11	7	—	7	5	8	10	20	2
Nov.	41	41	16	17	115	3	58	58	116	30	4	8	1	3	7	4	15	8	31	5
Dec.	41	45	17	20	123	5	59	53	102	15	6	8	5	4	12	8	5	13	22	4
Sum.	556	557	198	215	1526	46	684	704	1388	249	93	164	54	50	114	98	109	128	276	53
	2,9% der Bevölkerung					3% aller Geburten	2,66% der Bevölkerung			22,4%		11,7	3,9	3,8	8,2	7,0	7,8	9,2	20,0	3,8
												% der								

der Stadt Würzburg im Jahre 1881.

2400 Militärpersonen.)

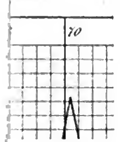
Todesfälle im Städt. Krankenhause	Todes-Ursachen																				Todesfälle auf 1 Jahr und 100 Lebende
	Infektions-Krankheiten							Andere vorherrschende Krankheiten						Gewaltsamer Tod							
															durch Selbstmord						
	Pocken, Masern und Rötheln	Scharlach	Diphtherie und Croup	Keuchhusten	Unterleibstyphus	Flecktyphus, sowie andere Infectionskrankheiten	Kindbettfieber	Lungenschwindsucht	Acute entzündliche Respirationskrankheiten	Apoplexie	Acut. Gelenk-Rheumat.	Durchfall und Brechdurchfall der Kinder	Cholera nostras	Verunglückung	Vergiftung	Ertränkung	Erhängung	Erschiessen	andere Selbstmordarten	Todtschlag	
18	—	3	6	1	1	—	1	20	20	4	—	2	—	3	—	—	—	—	—	—	33,8
9	—	5	4	—	—	—	—	23	21	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	22,9
15	—	1	3	3	1	—	—	27	32	5	1	5	—	1	—	—	—	—	—	—	29,4
11	—	2	11	1	1	—	—	17	20	2	—	5	—	3	—	—	—	—	—	—	23,8
14	—	3	6	1	5	—	1	25	18	5	—	9	—	2	—	—	—	—	—	—	30,5
20	—	1	5	—	2	—	—	23	10	5	—	7	—	2	—	—	—	—	—	—	25,9
19	—	2	2	1	—	—	—	29	13	5	—	16	—	2	—	—	1	—	—	—	32,5
23	—	3	5	3	1	—	1	17	—	6	—	6	2	2	—	1	—	—	—	—	28,6
18	—	2	2	1	—	—	—	29	8	4	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	24,5
14	—	5	3	—	—	—	—	13	5	5	—	2	—	1	—	1	—	—	—	—	19,6
20	—	2	2	—	—	—	—	17	9	13	—	6	—	3	—	—	1	—	—	—	26,8
17	—	2	2	—	—	—	—	29	12	8	—	2	—	1	—	—	—	—	1	—	23,6
198	—	31	51	11	11	—	3	269	168	63	1	63	3	20	—	2	2	1	1	—	27,7
															—	33,3	33,3	16,6	16,6		
14,2		2,2	3,6	0,7	0,7		0,2	19,3	12,1	4,5	0,07	4,5	0,2	1,4			6 0,4				

Gesammtzahl der Gestorbenen.

Taf. I.

bende bere
vom Jahre

hus.



Zur Entwicklung des Auges und Geruchsorganes menschlicher Embryonen.

Von

A. KÖLLIKER.

(Mit Tafel X bis XIII.)

Während die Lehre von den äusseren Formen junger menschlicher Embryonen und der Gestaltung und der Topographie ihrer inneren Organe durch die hervorragenden Untersuchungen von *W. His* eine mächtige Förderung erfahren hat und in vielen Beziehungen fast vollendet dasteht, lässt sich nicht dasselbe von der Entwicklung der einzelnen Organe und vor Allem von ihren histologischen Verhältnissen sagen. Zwar haben auch in dieser Beziehung manche Forscher und vor Allen auch wieder *His* sehr werthvolle Beiträge geliefert. Nichts destoweniger besitzen wir noch von keinem menschlichen Organe eine auch nur annähernd vollständige Entwicklungsgeschichte und scheint es mir eine würdige Aufgabe zu sein, Bausteine zu einer solchen Organogenie zu liefern. Als solche bitte ich die folgenden Mittheilungen anzusehen, die freilich nur einen geringen Theil dessen behandeln, was an den von mir untersuchten Embryonen zur Beobachtung kam, und nach und nach eine Ergänzung finden werden.

Wenn man die morphologischen Verhältnisse im Grossen und Ganzen untersucht, so sind Schnitte von 0,1 mm, wie sie *His* angelegt hat, ganz ausreichend; wenn es sich jedoch darum handelt, auch die feineren und feinsten Verhältnisse zu prüfen, so genügen dieselben nicht und habe ich aus diesem Grunde meine Embryonen in feinere Schnitte von 0,05—0,03 mm und z. Th. in die feinsten Segmente zerlegt, die noch eine Erhaltung der Gesammtform gestatteten.

Die Embryonen, die den nachstehenden Mittheilungen als Unterlage dienen, sind folgende:

A. Ein Embryo von 8 mm grösstem geradem Längendurchmesser vom Ende der 4. Woche von Herrn Dr. *Oppenheimer* hier erhalten.

Dieser Embryo ist in Fig. 1 in 4 maliger Vergrösserung dargestellt und erhebt mich diess weiterer ins Einzelne gehender Schilderungen. Ich bemerke daher nur, dass noch drei Kiemenspalten sichtbar waren und dass das Geruchsgrübchen schon durch eine Furche mit der grossen Mundspalte in Verbindung war. Der Dottersack mass 3,6 mm und besass einen kurzen Ductus omphalo-mesentericus. Als pathologische Bildung ist ein nicht geschlossener Theil des Schädeldaches zwischen Vorderhirn und Mittelhirn zu erwähnen, zu welcher Oeffnung jedoch kein Theil des Gehirns hervorragte.

B. Embryo von 8,5 mm grösstem geradem Längendurchmesser vom Ende der 4. Woche, von Herrn Dr. *Eichhorn* in Mainz erhalten.

Dieser Embryo (Fig. 2) befindet sich ungefähr auf demselben Stadium wie der vorige, nur ist die Nackenbeuge weniger ausgesprochen.

C. Embryo von 15 mm grösstem geradem Längendurchmesser aus der 5.—6. Woche, von Herrn Dr. *Sattler* in Würzburg erhalten.

Die Abbildung dieses Embryo ist mir leider verloren gegangen, doch kann ich ausser der Gesammtlänge noch folgende Maasse anführen: Kopfhöhe 6,5 mm, Länge der vorderen Extremitäten 2,0, Länge der hinteren Extremitäten 2,5 mm. Auch an diesem Embryo war ein pathologischer und zwar ein seltener Befund zu verzeichnen, indem die Unterkiefer- und die obere Brustgegend durch einen kurzen fadenförmigen Strang verwachsen waren.

D. Embryo von 21 mm Scheitel-Steisslänge von 8—9 Wochen, erhalten von Herrn Dr. *Derks* in Würzburg. Erhärtet mass der Embryo 17 mm und der Kopf vom Kinn bis zum Scheitelhöcker 9 mm.

Von den bei diesen Embryonen untersuchten Organen werden in dieser Schrift nur das Auge und das Geruchsorgan zur Besprechung kommen.

I. Das Auge.

1) Auge mit offener Linsengrube.

Beim Embryo A, dessen Kopf quer, d. h. parallel der Scheitelfläche und der Mundspalte geschnitten wurde, fand sich ein noch

von keinem Autor genauer beschriebenes Stadium des menschlichen Auges, nämlich eine noch nicht abgeschnürte Linse mit weit offener Linsengrube. Da die Fig. 4, welche einen Schnitt oberhalb der Eintrittsstelle des Opticus darstellt, die allgemeinen Verhältnisse der Augenanlage hinreichend deutlich wiedergibt, so genügt es, einige besondere Punkte zu berühren.

Die secundäre Augenblase, deren querer oder fronto-occipitaler Durchmesser 0,5 mm beträgt, zeigt ihre beiden Blätter noch nicht mit einander verschmolzen. Das proximale oder Pigmentblatt *p* misst 16—21 μ im seitlichen und hinteren Abschnitte und 27—29 μ an der Umbiegungsstelle in das retinale Blatt. Es besteht aus mindestens zwei Zellenlagen, insofern wenigstens aus der Stellung seiner Kerne ein Schluss abgeleitet werden darf, und zeigt in seinen vorderen zwei Drittheilen ungemein feine, runde, gleichmässig grosse Pigmentkörnchen, die vorzugsweise in seinen distalen Theilen, d. h. gegen das Retinalblatt zu, vorkommen, vereinzelt und spärlich aber auch in seinen proximalen Lagen sich finden. Beide Flächen der Pigmentlage sind an feinen Schnitten von einer scharfen zarten Linie begrenzt, die auf eine doppelte Begrenzungsmembran bezogen werden könnte, doch habe ich nur an der Einen, der proximalen Fläche ein zartes Häutchen stellenweise von der zelligen Lage abgehoben gefunden, an der andern, der Höhle der primären Augenblase zugewendeten nicht.

Das distale oder retinale Blatt der secundären Augenblase *r* erscheint im Grunde des Auges in Folge einer Aufquellung seiner innern Theile ungebührlich dick. Bestimmt man die Mächtigkeit desselben nach den am wenigsten veränderten Stellen, so erhält man 80—90 μ. Die Zusammensetzung anlangend, so besteht das retinale Blatt in seiner ganzen Dicke überall aus gleichmässigen, verlängerten Zellen, die in vielen (4—6) Schichten übereinander liegen und ihre Ausläufer in der Richtung der Dicke der Membran gestellt haben, doch ist nicht zu erkennen, ob alle diese Ausläufer beide Oberflächen der Haut erreichen, obschon viele derselben ein solches Verhalten zeigen. Besonders deutlich war letzteres an der Glaskörperfläche der Retina, von der in Folge der schon erwähnten Quellung in grosser Ausdehnung ein zartes Häutchen sich abgehoben hatte, an dessen retinaler Fläche eine grosse Menge zarter Fäden hafteten, die aus der zelligen Lage der Retina herauskamen,

aber selbst keine Spur von Kernen zwischen sich enthielten. Dieses Häntchen, das Limitans retinae heissen soll, ging am Umschlagsrande der secundären Augenblase unmittelbar in die vorhin beschriebene oberflächliche Begrenzungsschicht des Pigmentblattes über, welche offenbar nichts anderes als die erste Spur der Elastica chorioideae ist.

Gehen wir nun zur Linsenanlage über, so finden wir eine 0,21 mm tiefe Grube *l*, die von einer verdickten Fortsetzung des Hornblattes ausgekleidet ist und an ihrer Mündung etwa 0,20 mm misst, somit ein sehr frühes Stadium der Linsenbildung. Die Dicke der Linsenwand steigt von der Mündung bis zum Grunde der Grube und misst dort 16 μ, hier 27—32—40 μ, während die Epidermis dicht an der Mündung der Grube 14—15 μ beträgt. Dem Baue nach besteht die Linsenwand allem Anscheine nach aus zwei bis drei Lagen verlängerter Zellen, während die Epidermis nur Eine solche Lage und Andeutungen einer oberflächlichen Schicht mehr abgeplatteter Elemente aufweist. Um die ganze Linse herum geht eine feine Linie, welche in eine unter der Epidermis verlaufende ähnliche Begrenzung sich fortsetzt und möglicher Weise die erste Anlage der Linsenkapsel ist.

Zwischen der Linse und dem retinalen Blatte erscheint der Glaskörper *g*, als eine gut entwickelte, helle, reichlich mit Zellen versehene Lage, die höchst wahrscheinlich in natura noch mächtiger war, als sie in der Figur 4 erscheint und durch die gequollene Retina als etwas zusammengedrückt erachtet werden muss. Die Zellen dieses Organes sind alle spindel- oder sternförmig mit rundlichen Kernen von 5,6—7,6 μ und kommen neben denselben noch einzelne zarte Faserzüge zum Vorschein, von denen es nicht möglich ist zu sagen, ob sie natürliche oder künstliche Bildungen sind. Nach vorn steht das Corpus vitreum bei *m* mit einer dichteren, zellenreicheren Lage des Mesoderms in Zusammenhang, die von hier aus theils unter dem Hornblatte *e* sich fortzieht, theils um die ganze secundäre Augenblase herumgeht und die Anlage der Tunica vasculosa und fibrosa oculi darstellt. In dieser Lage finden sich auch dicht am Pigmentblatte zahlreiche Gefässe, die bis zur Umbeugungsstelle desselben in das Retinalblatt sich erstrecken (Fig. 5). Eine besondere Membrana hyaloidea fehlte.

Tiefere Schnitte der Augen desselben Embryo ergaben lehrreiche Bilder der Augenspalte und der Glaskörpergefässe.

Die Fig. 5 zeigt einen solchen Schnitt, bei welchem der primitive hohle Opticus *o* etwas über seiner Eintrittsstelle und die Augenspalte in ihrer ganzen Ausdehnung getroffen ist. Man erkennt deutlich die Verbindung des Glaskörpers *g* mit dem vor dem Auge unter dem Hornblatte gelegenen Mesoderm und ausserdem mitten im Glaskörper Blutgefässe, deren genaueres Verhalten schwer zu ermitteln ist. Dieselben machten auf den ersten Blick den Eindruck einer Schleife, die von der Gegend der Epidermis her unterhalb der Linse in den Glaskörper sich einsenkt und deren Schenkel an ihrer Eintrittsstelle bei *a* und *a'* nach vorn und hinten sich wenden und mit den um die secundäre Augenblase befindlichen Gefässen zusammenhängen. Auffallend war jedoch, dass die scheinbare Umbeugungsstelle der Gefässschlinge, die an höheren Schnitten eben das Retinalblatt erreichte, an tieferen Schnitten bis an den hohlen Sehnerven herantrat, auch in diesen sich einstülpte und hier mit Gefässen verbunden war, die unterhalb der Eintrittsstelle des Nerven lagen. Ist dem wirklich so, so können die Glaskörpergefässe in diesem Falle nicht eine einfache Schlinge dargestellt haben, wie ich eine solche seiner Zeit bei einem etwas älteren menschlichen Auge gefunden zu haben glaubte (Entw. 1. Aufl. Fig. 138, 2. Aufl. Fig. 411), — auf welche alte unvollkommene Beobachtung ich jedoch keinen höheren Werth mehr zu legen vermag — vielmehr müssen dieselben verwickelter angeordnet gedacht werden. Und da scheint mir dann die wahrscheinlichste Annahme die, dass Ein Hauptgefäss vom Sehnervenende aus gegen die secundäre Augenblase von unten herantrat und beide einstülpte. Von diesem Gefässe aus, dessen genaue Beschaffenheit, ob es eine Schlinge bildete oder nicht, in meinen Schnitten nicht zu bestimmen war, wären dann im Bereiche der Glaskörperspalte unterhalb der Linse Aeste nach vorn anzunehmen, die mit den um die secundäre Augenblase herum liegenden Gefässen sich verbanden. Für eine solche Auffassung sprechen auch in einem gewissen Sinne die Wahrnehmungen *Kessler's* über die Glaskörpergefässe junger Sänger (Zur Entw. d. Auges 1877 S. 36, 39 u. flgde. Taf. V, VI, bes. Fig. 83), obschon dieselben nicht ganz mit meinen Erfahrungen stimmen. Die fraglichen Anastomosen wären dann als die ersten Andeutungen der Verbindungen der Arteria hyaloidea mit den Gefässen der Membrana pupillaris anzusehen.

Weitere Beachtung verdient ferner, dass die Augenspalte mit ihren Gefässen je tiefer die Schnitte angelegt waren, um so mehr gegen das vordere Kopfende zu ihre Lage hatte (Fig. 6) und daher als eine von unten und vorn eindringende Spalte anzusehen ist. Dasselbe fand sich auch beim Sehnerven, dessen Einstülpung ebenfalls wahrzunehmen war, jedoch noch wenig ausgeprägt erschien. Das Retinablatt der secundären Augenblase enthielt selbstverständlich keine Gefässe, um so bemerkenswerther war es, dass die Wand des hohlen Opticus in seiner medialen Hälfte wenigstens stellenweise solche besass. Im übrigen zeigte die Wand des Opticus denselben Bau wie die des Vorderhirns und bestand einzig und allein aus einer dicken Lage verlängerter Zellen. Die Länge des hohlen Opticus war 0,54—0,83 mm, seine Breite am distalen Ende 0,21—0,27 mm und die Dicke seiner Wand 0,080—0,10 mm.

2) Auge mit eben abgeschnürter Linse.

Der Embryo B, obschon dem Embryo A in Grösse und Entwicklung sehr nahe, zeigte an seinem Auge theils weiter ausgebildete, theils jüngere Zustände, woraus hervorgeht, dass die Entwicklung der Augen in frühen Stadien sehr ungleich vorschreitet.

Die Fig. 7, die, wie beim Embryo A, ebenfalls einen Querschnitt, parallel der Scheitelfläche und der Mundspalte darstellt, der ausser dem Auge auch den tiefsten Theil des Mittelhirns, die Hypophysistasche und das Hinterhirn zeigte, ist leicht verständlich und hebe ich nur Folgendes hervor.

Der hohle Opticus war viel kürzer, als beim Embryo A, von 0,43 mm Länge und mit einer Wanddicke von 0,091—0,10—0,16 mm. Die secundäre Augenblase mass in der Richtung von vorn nach hinten 0,48 mm und von der die Linse bedeckenden Epidermis an bis zum entferntesten Theile des Retinablattes, somit in der optischen Augenaxe, 0,39 mm. Das Pigmentblatt lag dem Netzhautblatte fast ganz an und ist zu vermuthen, dass die an der Ansatzstelle des Opticus zwischen beiden Blättern vorhandene Lücke im Leben entweder gar nicht vorhanden oder sehr klein war. Die Dicke des Pigmentblattes ergab sich als ungemein verschieden im distalen und im proximalen Theile. Am letzteren der Wand des Opticus an Mächtigkeit sich nähernd und mindestens 54 μ stark, mit vielen Kernlagen, ging dasselbe bald auf

37 μ und am Aequator des Auges auf 16 μ über und zeigte in diesem dünnen Abschnitte auch nur zwei Kernlagen. Von Pigmentablagerungen fand sich im ganzen Blatte nichts Bestimmtes, doch wäre möglich, dass gewisse feinste, nicht erkennbar gefärbte, spärliche, runde Körnchen in den innersten Theilen der Membran die Anfänge des Pigmentes darstellten.

Das Retinablatt besass eine Dicke von 64—97 μ an verschiedenen Stellen und war offenbar auch nicht ganz normal beschaffen, indem in der ganzen proximalen Hälfte der Haut die innerste Begrenzungsmembran sich abgehoben und mit dem Glaskörper der Linse angelegt hatte. Von einer Differenzirung in verschiedene Lagen war in dieser Netzhaut ebenfalls nichts zu sehen und ging dieselbe, wie beim Embryo A, unter plötzlicher starker Verdünnung am Rande des Augenbechers in das Pigmentblatt über.

Die Linse schien eben abgeschnürt zu sein, ja an Einem Schnitte (Fig. 7 A) war die Trennung derselben von der Oberhaut vielleicht nicht einmal ganz vollendet. Dieselbe stellte eine nicht ganz regelmässig umschriebene rundliche Blase von circa 0,16 mm Durchmesser dar, deren Wand in der Gegend der Epidermis am dünnsten war, sonst zwischen 43—54 μ betrug und an den verschiedenen Stellen 3—6 Kernlagen zeigte. Die Höhle erschien länglich rund oder rautenförmig, welche letztere Form offenbar nicht als ganz natürlich anzusehen ist. Zwischen Linse und Epidermis fehlte an den Schnitten, die den grössten Umfang der Linse getroffen hatten, entsprechend der Mitte des Organes, eine Mesodermlage, dagegen war eine solche seitlich und zwischen dem Umschlagsrande der secundären Augenblase und der Epidermis in guter Entwicklung vorhanden und zeigte, wie beim Embryo A, auch einzelne Gefässe. Eine Fortsetzung dieser Lage drang durch die Oeffnung des Augenbechers neben der Linse in dessen Höhlung hinein und bildete den Glaskörper, doch war dieses Organ an allen meinen Schnitten so geschrumpft, dass keine bestimmteren Aufklärungen über dessen Bau zu gewinnen waren. Nur soviel war sicher, dass dasselbe Kerne enthielt und dass dieselben vor Allem hinter der Linse, und nur spärlich zwischen ihr und der secundären Augenblase ihren Sitz hatten.

An tieferen Schnitten, als der in Fig. 7 dargestellte, wurde auch die Augenspalte gesehen und nachgewiesen, dass der sie erfüllende, 0,21 mm lange Mesodermfortsatz reich an Zellen

war. Gefässe liessen sich dagegen in keinem Theile des Glaskörpers erkennen, doch muss hervorgehoben werden, dass auch die sonst so leicht wahrnehmbaren Capillaren um die secundäre Augenblase herum nur in Bruchstücken und undeutlich zu erkennen waren. Von einer Einbuchtung des Opticus durch das Mesoderm war nichts zu sehen.

Auch bei diesem Embryo war die gesammte secundäre Augenblase, dann die Linse, von einer feinen Grenzlinie umgeben, welche wohl als der erste Ausdruck der späteren structurlosen Begrenzungsmembranen anzusehen ist.

Nach Beschreibung der Augen dieser zwei jungen menschlichen Embryonen erscheint es als zweckmässig, die bisherigen Erfahrungen über jüngste menschliche Embryonen zusammenzustellen; es sind folgende: [1])

1) Alte Beobachtung von *mir* (Entw. 1. Aufl., 2. Aufl. Fig. 233, 402, 403, 405), Embryo von 13 mm auf 6 Wochen geschätzt, aber eher der 5. Woche angehörend. Linse abgeschnürt, hohl. Pigmentblatt mit den ersten Spuren der Pigmentirung; Glaskörper mit Zellen und einer Gefässschlinge; Augenspalte.

2) Beobachtung von *Kessler* (Z. Entw. d. Auges der Wirbelthiere, Leipz. 1877 S. 19 Taf. VI, Fig. 88). Embryo angeblich der 3. Woche, der eine offene Linsengrube hatte; doch sind die betreffenden Schnitte nicht abgebildet und wird nur auf die übereinstimmenden Schnitte von der Maus (Fig. 67) verwiesen. Ob Pigment schon gebildet war, erfährt man nicht, ebenso wenig wie der Glaskörper beschaffen war, nichts über die Dimensionen.

3) Beobachtung von *Bambeke* (Contribution à l'histoire du développement de l'oeil humain, Gand 1879 aus Annales de la Soc. de méd. de Gand). Embryo der 4. Woche, Länge an der Convexität von der Mundspalte bis zur Schwanzspitze gemessen 14 mm; Kopfhöhe von der Mundspalte bis zum Scheitelhöcker 4 mm. Linse abgeschnürt, aber noch durch einen Stiel mit dem Hornblatte verbunden. Glaskörper klein, mit wenig Zellen, ohne Gefässe. Pigmentirung im ersten Beginne.

4) Beobachtungen von *His* (Anatomie menschl. Embryonen I, Leipzig 1880). An Embryonen von 4 mm (Embryo α, St.

[1]) Ich übergehe alle älteren Beobachtungen und kann auch die neuere von *C. Ritter* (Zweiter Beitr. z. Histogenese des Auges in Gräffe's Archiv XII, S. 142) nicht verwerthen, weil derselbe keine Schnitte beschreibt.

107, Taf. VIII, Figg. 5—8); von 2,6 mm (Embryo M, St. 119, Taf. VII, M_1 M_2 M_4, Taf. VII, Fig. III, 1, 2, 3) und 2,4 mm (Embryo L. S. 136, Taf. VI Fig. II, 3, Fig. I, C E. D.) hat *His* die beim Menschen noch nie gesehene primitive Augenblase in einem Stadium der Entwicklung gefunden, in welchem von einer Linsenanlage noch kein Anzeichen vorhanden war. Angaben über Grössenverhältnisse und den feinern Bau fehlen.

5) Beobachtungen von *His* (l. c.). Embryonen von 7,0 und 7,5 mm (Taf. I Fig. 1. 2, Taf. IV Figg. 10—14). Linse fast ganz abgeschnürt, kein Pigment, Glaskörper dünn. Zellen desselben? Gefässe desselben?

6) Neue Beobachtung von *mir* (siehe oben). Embryo von 8 mm vom Ende der 4. Woche. Tiefe, weit offene Linsengrube. Beginnende Pigmentirung, Glaskörper zellenreich, gross, mit Gefässen, Augenspalte weit offen.

7) Neue Beobachtung von *mir* (s. oben). Embryo von 8,5 mm. Linse ohne Stiel, so gut wie abgeschnürt. Keine Pigmentirung, Glaskörper wenig entwickelt, arm an Zellen, ohne Gefässe? Augenspalte vorhanden.

Ich stelle nun noch die wichtigsten Angaben in folgender Tabelle zusammen:

Beobachter	*Kölliker*	*Kessler*	*Bambeke*	*His*	*Kölliker*	*Kölliker*
Grösster Längendurchmesser der Embryonen in mm	13,0	?	?	7,5	8,0	8,5
Alter d. Embryonen in Wochen	5.	3.	4.	4.	4.	4.
Grösster Durchmesser der sec. Augenblase in mm . . .	0,36	?	0,27 (berechnet aus Fig. 5)	0,50	0,54	0,48
Dicke der Retina .	60—90 µ	?	37—50 µ	35—40 µ	80—90 µ	64—97 µ
Pigment	da.	?	da.	fehlt	da.	fehlt
Dicke des Pigmentblattes	31—35 µ	?	12—37 µ	25—30 µ	16—29 µ	16—29 µ
Grösster Linsendurchmesser in mm	0,13	?	0,137	0,18	0,21	0,16
Zustand der Linse	abgeschnürt	Linsengrube	fast abgeschnürt	ebenso	Linsengrube	abgeschnürt
Dicke der Linsenwand	45 µ	?	50 µ	40—45 µ	16—40 µ	43—45 µ
Glaskörper	gross, mit Zellen, Gefässe	klein, wenig Zellen, Gefässe	klein, wen. Zellen keine Gefässe	ebenso	gross, mit Zellen, Gefässe	klein, wen Zellen keine Gefässe
Augenspalte	da.	da.	da.	?	da.	da.

3) Auge mit erster Entwicklung der Linsensubstanz.

Obgleich die Augen des Embryo C von 15 mm Länge in manchen Beziehungen sehr verändert sind, so glaube ich doch kurz über dieselben berichten zu sollen, weil sie einen besonderen Entwicklungszustand darstellen, der vom Menschen noch gänzlich unbekannt ist.

Der erste Blick auf die Fig. 8 lehrt, dass die secundäre Augenblase stark gefaltet und der Glaskörper ungemein geschrumpft ist. Diesem Umstande verdankt wohl auch das Auge seine Abplattung in der Richtung der optischen Augenaxe und ist dasselbe im unveränderten Zustande offenbar mehr kugelförmig gewesen. Welcher Werth unter diesen Verhältnissen Messungen zukommt, ist ersichtlich, nichtsdestoweniger führe ich folgende an: Diameter antero-posterior 1,23—1,28, Durchmesser in der optischen Axe von der Epidermis bis zum Opticuseintritt 1,0 mm. Einzelnheiten anlangend, so zeigt das distale Blatt des Augenbechers oder die Netzhaut in ihrem hintersten Abschnitte, bei einer Dicke von 0,080—0,10 mm, die ersten Andeutungen einer Schichtung und unterscheidet man an derselben eine innere dünnere Zellenlage mit mehr rundlichen Kernen und eine äussere mächtigere Schicht mit länglichen Nuclei, zwischen welchen eine schmale zellenarme hellere Zone sich befindet. Ausserdem findet sich hier auch ein dünner, innerer Beleg von feinsten Opticusfäserchen ohne alle Beimengung von Kernen und Zellen. Der primitive Opticus selbst, dessen Länge 0,67 mm und dessen Breite 0,10—0,13 mm betrug, besass noch eine Höhlung, die jedoch in seiner medialen Hälfte allein deutlich war und in der Nähe des Auges entweder bereits geschlossen oder dem Verschlusse sehr nahe erschien. Dem Baue nach bestand derselbe theils aus den ursprünglichen Elementen der Medullarplatte, theils aus feinsten longitudinalen Fäserchen (Opticusfasern), ohne Kernbeimengungen, die in den oberflächlichen Schichten verliefen und in der ganzen Länge des Nerven sichtbar waren. Der vordere Theil des Retinablattes des Augenbechers war viel dünner (von 0,037 μ) als die hinteren Abschnitte und zeigte in seiner ganzen Dicke denselben Bau.

Das Pigmentblatt, vorn 20—27 μ, hinten 10—16 μ dick, war in seiner ganzen Dicke intensiv braun gefärbt und zeigte auch in seinen dünnsten Theilen zwei Lagen von Zellen. Die

Verbindung dieses Blattes mit den Wandungen des primitiven Opticus war an diesem Auge unterbrochen, weil die beiden Blätter der secundären Augenblase sich aneinandergelegt hatten und die Opticusfasern schon in das Retinablatt eingewuchert waren. Selbstverständlich ist somit der Zwischenraum zwischen beiden Blättern des Augenbechers, den meine Fig. 8 zeigt, ein Kunstprodukt.

Die Linse von 0,35—0.37 mm im Diam. antero-posterior (Breite) und 0,18—0,20 mm Dicke in der Richtung der optischen Axe, zeigt das lehrreiche Stadium, in welchem die Bildung der Linsenfasern aus den Zellen der hinteren Wand der primitiven blasenförmigen Anlage begonnen hat, doch ist auch dieses Organ an meinen Präparaten nicht in seiner natürlichen Form erhalten. dieselbe ist jedoch leicht herzustellen, da die Linsenkapsel die Form so ziemlich bewahrt hat und hat man sich den Linsenwulst — so nenne ich die in Bildung begriffene Linse — nach hinten convex zu denken. Dieser Wulst mass, so wie er war, 86—97 μ in der Dicke und bestand aus verlängerten Zellen, deren Kerne im distalen Theile des Wulstes in 4—6 Lagen standen. Die übrigen Wandungen der Linsenblase, deren Höhlung dem Gesagten zufolge in natura grösser war, als die Fig. 8 sie darstellt, zeigten keine Spur von Fasern, und bestanden bei einer Dicke von 27—32 μ vorn und 54 μ seitlich aus Elementen, deren Kerne in 4—6 Reihen angeordnet waren. Die Linsenkapsel war ausnehmend deutlich, scharf gezeichnet, überall gleich dick.

Ungemein verändert zeigte sich der Glaskörper, so dass über die genauere Beschaffenheit seiner Gefässe und seines Gewebes nichts Bestimmtes zu ermitteln war. Nur so viel war sicher, dass derselbe eine erhebliche Anzahl von Gefässen und auch von Zellen enthielt und dass die letzteren mit denen des vor der Linse und den Rändern der secundären Augenblase befindlichen Mesodermgewebes übereinstimmten, mit welchem auch der Glaskörper am Rande der Linse unmittelbar zusammenhing.

Ein ferneres Novum zeigte das Auge dieses Embryo darin, dass es bereits eine deutliche Hornhaut besass. Innen an der das Auge bedeckenden Epidermislage von 16 μ Dicke befand sich nämlich eine Mesodermschicht von 12—15 μ Dicke in der Mitte, die gegen den Rand der Linse an Mächtigkeit zunahm und hier mit dem Glaskörper und dem äusseren Mesoderm des Augenbechers in unmittelbarer Verbindung stand. Diese Hornhaut-

anlage, die gegen die Linse zu keine scharfe Begrenzung hatte, stand offenbar in natura mit der Linsenkapsel in direkter Berührung und halte ich den einer vorderen Augenkammer gleichenden Raum der Fig. 8, der in eine zwischen Linse und Glaskörper befindliche Spalte sich fortsetzt, für eine zufällige durch Schrumpfen der Theile entstandene Bildung.

Das Auge als Ganzes bewirkte an den vorderen Seitentheilen des Kopfes eine deutliche Wölbung und war von vorn her durch eine 0,27 mm vom Auge abstehende, abgerundete, 0,18 mm hohe Leiste begrenzt, die ich als in Entwicklung begriffenes oberes Augenlid anspreche. Um das Auge herum war ferner das Mesodermgewebe verdichtet, ohne jedoch nach Aussen gut abgegrenzt zu sein.

Zur genaueren Orientirung über die Grösse dieses Embryo gebe ich noch an, dass der quere Kopfdurchmesser in der Augengegend 5,5 mm betrug.

4) Auge mit kugeliger Linse, vorderer Augenkammer, Augenlidern.

Der Kopf des Embryo D von 21 mm Kopf-Steisslänge, der ein solches Auge zeigte, wurde parallel der Stirn und dem Gesicht in Frontalschnitte zerlegt, an denen jedoch das Auge, in Anbetracht seiner noch seitlichen Lage vom innern Augenwinkel zum äussern fortschreitend in verticale Schnitte zerfiel, die mit einem verticalen in der optischen Axe angelegten Schnitte ungefähr einen Winkel von 45° bildeten.

Zur Orientirung lege ich erst die Abbildung Fig. 9 vor, welche der vorderen Hälfte des Auges weit vor der Eintrittsstelle des Sehnerven angehört. Alle Theile sind recht gut erhalten mit Ausnahme des Glaskörpers, der etwa um die Hälfte geschrumpft ist und zweitens der beiden Blätter des Augenbechers, die hinten sich von einander gelöst haben und stellenweise durch ein Gerinnsel getrennt sind. Die Linse ist gross und kugelig, die vordere Augenkammer *a* deutlich, aber unzweifelhaft zu gross erscheinend, Hornhaut, Conjunctiva und Sclera in der Anlage begriffen, die Augenlider gut ausgebildet.

Während an diesem Schnitte die Beziehungen der secundären Augenblase zur Linse als ganz typische erscheinen, zeigen weiter nach vorn gelegene Schnitte ganz andere Verhältnisse, deren wesentlichstes Moment sich dahin bezeichnen lässt, dass die Linse immer mehr aus der secundären Augenblase heraustritt und end-

lich am Eingange der Höhlung der letzteren und zuletzt ganz vor derselben gelegen ist, von welchen Zuständen die Fig. 10 einen noch nicht ganz am Ende der Reihe stehenden zeigt. Da beide Augen des untersuchten Embryo mit Rücksicht auf die Stellung der Linse ganz dieselben Verhältnisse darboten, so darf man vielleicht annehmen, dass es sich hier um normale Vorgänge handelt, obschon bisher bei keinem Geschöpfe solche Beziehungen der secundären Augenblase zur Linse beschrieben sind und auch später beim Menschen nicht vorkommen. Vergegenwärtiget man sich vermittelst eines Modelles, zu welchen Vorstellungen meine Schnitte führen, so ergibt sich, dass man anzunehmen hat, dass die secundäre Augenblase in diesem Falle nicht vor dem Aequator der Linse in gleichmässigem Abstande vom distalen Linsenpole, sondern in einer schiefen Linie sich ansetzte, die vorn (an der Nasenseite des Auges) an einem dem hinteren Pole genäherten proximalen Parallelkreise, hinten (an der Schläfenseite) an einem unfern vom vorderen Pole liegenden distalen Parallelkreise sich befestigte. Zugleich ist zu bemerken, dass in allen meinen Schnitten der ventrale Rand der secundären Blase weiter vortrat, als der dorsale, dem späteren Dache der Augenhöhle nähere.

Ich wage es vorläufig nicht, die eigenthümlichen eben geschilderten Verhältnisse zu verwerthen und glaube erst abwarten zu sollen, was eine weitere Untersuchung junger menschlicher Augen ergeben wird.

Zu einer speciellen Beschreibung der Augen dieses Embryo übergehend, erwähne ich zuerst die secundäre Augenblase.

Das Pigmentblatt derselben war sehr vollkommen ausgeprägt und bestand selbst im dünnsten Theile von 16—18 μ Dicke im Hintergrunde des Auges aus zwei Kernreihen, während an den Stellen grösster Mächtigkeit (bei *p′* Fig. 9 u. 11) von 43—48 μ vier bis fünf Kernlagen übereinander standen. Diese Stelle entspricht wohl unzweifelhaft der Gegend der späteren Ciliarfortsätze, wofür auch die Beschaffenheit der Netzhaut an diesem Orte spricht. Bezüglich der Vertheilung der Pigmentmoleküle zeigte sich an diesem Auge sehr bestimmt, dass dieselben in den distalen Lagen (Zellen) der Pigmentschicht in viel grösserer Menge vorhanden waren, als in den proximalen, was mit dem ersten Auftreten dieser Körner überhaupt in Uebereinstimmung ist. Ich bemerke jedoch, dass bei dem Embryo von 15 mm die Pigmentschicht in allen ihren Schichten gleich dunkel war.

Die Retina war wie immer bei Embryonen in verschiedenen Gegenden von verschiedener Stärke. An Schnitten, wie der in Fig. 9 abgebildete, mass dieselbe an der oberen Seite des Auges ganz vorn an der Umschlagsstelle 48, in der Gegend, wo die Pigmentlage am dicksten ist 70 μ. An der unteren Seite des Auges waren die betreffenden Durchmesser 64 μ und 105—110 μ. Im Grunde des Auges betrug die Haut 130 μ. Der Bau der Netzhaut war der Art, dass dieselbe sehr deutlich in zwei Zonen zerfiel, eine hintere mit deutlichen Opticusfasern und Differenzirung in verschiedene Schichten (Retina im engeren Sinne) und eine vordere von ganz gleichmässigem Baue (Pars ciliaris). Am hinteren Abschnitte fanden sich die bereits in meiner Entwicklungsgeschichte 2. Aufl. S. 693 geschilderten 6 Lagen und bemerke ich nur, dass die radiären Fasern z. Th. wie eine besondere Schicht für sich nach innen von den Opticusfasern zu bilden schienen. Hier bestimmte ich die äussere Zellenlage zu 70—75 μ, die innere Zellenschicht zu 22—32 μ, die an Zellen arme Lage zu 10 μ und die Opticuslage zu 10 μ.

Die vorderen Theile der Netzhaut bestanden ganz vorn nur aus verlängerten Zellen (Fig. 10) und führten in der ganzen Dicke längsovale Kerne. Nach und nach aber trat in dem an den Glaskörper anstossenden Theile der Haut eine kernarme und schliesslich kernfreie Zone auf, in der nichts als die innere zarte Begrenzungshaut und zahlreiche radiäre Fäserchen sichtbar waren. Von Opticusfasern keine Spur.

Die ganze Netzhaut war gefässlos.

Der Nervus opticus von 0,20—0,27 mm Dicke zeigte keine Spur einer Höhlung mehr, stand nur mit der Netzhaut in Verbindung und enthielt die bekannten Elemente, d. h. das aus dem primitiven Opticus hervorgegangene Netz sternförmiger Zellen und in den Maschen desselben feinste, kernlose Opticusfäserchen.

Die Linse ist nun vollkommen angelegt und jede Spur der früheren Höhlung verschwunden. Bau und Faserung sind die bekannten und bemerke ich daher nur, dass das vordere Epithel der Linsenkapsel immer noch stellenweise zwei Kernlagen zeigt. Die Durchmesser der Linse betragen der verticale sowohl wie der gerade, in der Opticus-Axe gelegene 0,43—0,54 mm.

In Betreff des stark geschrumpften Glaskörpers wurde nur so viel ermittelt, dass derselbe eine Arteria hyaloidea mit reichen Verästelungen und in seinem Gewebe fast überall eine

ziemliche Zahl sternförmiger Zellen führte. Am spärlichsten mit Zellen versehen sind die Verbindungen des Glaskörpers mit der Pupillarhaut. Diese Haut deckt als dünne Schicht die Mitte der vorderen Linsenfläche, erreicht jedoch bald gegen den Rand der secundären Augenblase eine grosse Mächtigkeit und steht hier mit der Anlage der Iris und Chorioidea, der Sclera und der Cornea in Verbindung. In dieser Gegend hängen auch die Gefässe des Glaskörpers mit denen, die die secundäre Augenblase umgeben, zusammen; dagegen vermochte ich mich von einem Eindringen dieser Gefässe in die Pupillarhaut nicht zu überzeugen.

Uvea und Sclera sind noch nicht deutlich geschieden, immerhin beide zusammen als dichteres Gewebe um das Auge herum erkennbar. Im Bereiche des Conjunctivasackes messen diese Häute sammt der auch noch nicht geschiedenen Conjunctiva scleroticae 70—86 μ. Auffallend war mir hier an der Sclera einen ähnlichen Wulst zu finden, wie ihn *Michel* und *ich* auch an der Cornea gesehen (*Michel* in Festschr. der Würzb. med. Facultät Bd. I.) Dieser Scleralwulst fand sich jedoch nur an der hinteren oder Schläfenseite des Auges, weil an Augen dieses Alters, wegen der am innern Augenwinkel stehenden Cornea, der mediale Theil der Sclera gar nicht mit den Augenlidern in Berührung kommt. Es scheint nämlich auch dieser Scleralwulst, ebenso wie der Cornealwulst, durch einen Druck der Augenlider auf den Bulbus erzeugt zu werden, indem derselbe nur in der Lücke zwischen den beiden Augenlidrändern seine Lage hat und zwar fand ich denselben hier nur in der Nähe des äusseren Augenlidwinkels, da wo die Augenlider einander nahe standen, nicht aber weiter gegen die Hornhaut zu, wo die Augenlidspalte weiter war; ausserdem zeigte sich derselbe auch noch mehr lateralwärts in dem bereits geschlossenen Theile des Conjunctivasackes bis zur Umbeugungsstelle desselben. Hier erscheint dann auch bald mitten in dem Wulste die Sehne der Rectus lateralis, der ich jedoch keinen Einfluss auf die Bildung des Wulstes beimessen kann. Am äusseren Augenwinkel misst der Scleralwulst — Choroidea, Sclera und Conjunctiva zusammen — 0,21 mm und da wo derselbe der Cornea näher beginnt 0,11 mm. Irisanlage ist an unserem Auge offenbar der grösste Theil der Mesoderma-Verdickung vor der Umschlagsstelle der Pigmentlage in die Netzhaut. Die vordere Augen-

kammer *a* war in natura sicher eine enge Spalte, wie ich sie von Säugern abgebildet. Auffallend war die Zartheit der Hornhaut, die, allerdings in einem gewissen Stadium der Schrumpfung befindlich, mit dem Epithel nicht mehr als 27—32 und ohne dieses 16—22 μ mass. Dicker von 21—27 μ war das Epithel in der Conjunctivalspalte und an der Aussenfläche der Augenlider.

Von Thränendrüsen fand sich keine Spur, dagegen war der Ductus nasolacrymalis mit den Canaliculi lacrymales gut entwickelt. Da diese Theile bei Embryonen des vorliegenden Alters noch von Niemand untersucht wurden und meine Angaben (Entw. 2. Aufl. S. 700) auch nicht über den 3. Monat hinausgehen, so theile ich noch folgendes mit. Die Ductus nasolacrymales massen an der Einmündungsstelle 32—37 μ, in der Mitte 37—43 μ, welche Stelle jetzt schon, wie auch später, mit blinden Aussackungen bis zu 75 μ Länge versehen ist, ganz oben in der Gegend des späteren Thränensackes 75 und 91 μ. Die Thränenkanälchen, die mit einem einfachen Gange aus der Anlage des Saccus hervorgehen, messen 28—43 μ, sind an der lateralen Seite wenig gekrümmt und scheinen am verbreiterten Ende von 54 μ bereits eine Mündung zu haben. Bezüglich auf den Bau, so zeigten alle Theile dieses Apparates eine dünne Faserhaut. Der innere Epithelstrang besass äussere cylindrische und innere mehr rundliche oder abgeplattete Zellen, und zeigte nur in seinen weiteren Theilen Andeutungen eines Lumens, während die anderen solid erschienen, doch bin ich nicht im Stande zu ermessen, wieviel von diesem Aussehen etwa auf Rechnung eines Schrumpfens der Theile zu setzen ist.

II. Geruchsorgan und Organon Jacobsonii.

Dieses Sinnesorgan habe ich vor Allem bei dem ältesten der hier besprochenen Embryonen D vom Ende des zweiten Monates untersucht, über welche Beobachtungen eine kurze Mittheilung in den Sitzungsberichten der Würzb. phys.-med. Gesellschaft vom Jahre 1882 enthalten ist. Von den andern drei Embryonen erwies sich der Embryo C seiner minder guten Erhaltung wegen zum Studium dieses Organes als ganz unbrauchbar, während allerdings die beiden andern frühe Stadien desselben gut erhalten zeigten, über welche ich folgendes berichte.

1) Stadium der offenen Riechgrube.

Dieser Zustand, der bis vor kurzem nur von mir beim Menschen gesehen worden war (Entw. 1. Aufl. Fig. 161, 2. Aufl. Fig. 467), und den nun auch *His* bei zwei Embryonen beschrieben hat [l. s. c. bei dem Embryo A von 7,5 mm (S. 50 und Taf. I Fig. 2, Taf. IV Figg. 10—14, Taf. VII Fig. A_4) und bei dem Embryo α von 4 mm (S. 107 und Taf. VIII Figg. 5—8)], fand sich bei meinen Embryonen A und B in verschiedenen Stadien der Entwicklung. Beim Embryo B bestand die Riechgrube aus einem kaum merklich vertieften Felde von 0,64 mm Länge, das an den vordersten Seiten des 2,0 mm breiten Vorderkopfes seine Lage hatte (siehe *His* Taf. VI, Fig. 10—14), und von einem dicken Epithel von 54—75 μ bekleidet war (Fig. 12). Diese verdickte Stelle begann in meinen horizontalen Schnitten in der Höhe der tiefsten Theile des Bulbus und war zugleich auch das Ganglion Gasseri und die Hypophysisausstülpung des Schlundes getroffen. Nach unten reichte dieselbe bis in die Höhe des Schlundes und der Mundspalte und waren die letzten Spuren derselben an den vorderen Seitentheilen eines dicken Fortsatzes zu sehen, der wie ein Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens die Mundhöhle begrenzte, aber nur in seinem hinteren Theile als solcher, vorn als Abschnitt des späteren äusseren und inneren Nasenfortsatzes anzusehen war. Von einem dem Lobus olfactorius vergleichbaren Theile des Gehirns war nichts zu finden.

Beim Embryo A war die Riechgrube schon viel weiter entwickelt. Dieselbe begann an Horizontalschnitten in der Höhe der tiefsten Theile des Auges und fanden sich ausserdem auch hier das Ganglion Gasseri, das oberste Ende der Hypophysentasche, der Processus infundibuli und das Gehörbläschen in einer und derselben Ebene. Das oberste Ende der Riechgrube stellte einen Blindsack, den eigentlichen Riechblindsack[1]) (Fig. 3 gr′) dar, der in den vordersten Seitentheilen des Vorderkopfes schief medianwärts stand, jedoch nach ganz kurzem Verlaufe von höchstens 0,14 mm zu einer Grube sich öffnete, wie sie die Fig. 3 bei *gr* darstellt. Diese Grube erhielt sich nun in einer Höhenausdehnung von beiläufig 0,42 mm bis zum Niveau

[1]) Dieser Blindsack und das, was *His* (l. c. S 50) Riechgrube nennt und als solche abbildet (Taf. VII Fig. A_4) sind nicht dasselbe. Mein Blindsack entspricht dem späteren obersten Theile der Regio olfactoria.

des Schlundes und der tiefsten Theile des Vorderhirns, um dann rasch sich zu verflachen und schliesslich mit einer leicht gewölbten Stelle auszugehen. Soweit als die Grube deutlich war, zeigte dieselbe eine mediale und laterale Begrenzungslippe, den inneren und äusseren Nasenfortsatz (Fig. 3 in, an), von denen der letztere schon im obersten Theile der Grube nicht so weit nach vorn ragte, wie der andere und je länger je mehr sich verkürzte, bis er im tiefsten Theile der Grube nur noch als eine niedrige Leiste erschien.

Die Dimensionen der genannten Theile waren folgende:

Diameter antero-posterior des blinden oberen Endes der Geruchsgrube	0,33—0,38 mm
Länge der medialen Wand der Riechgrube	0,48—0,75
Entfernung der medialen Lippen beider Riechgruben von einander oder Breite des Vorderkopfes (des Stirnfortsatzes) zwischen denselben	1,30—1,38
Breite des Einganges der Riechgrube zwischen beiden Lippen	0,37—0,81
Dicke des Epithels der Riechgrube, soweit dieselbe tief ist	48—81 μ
Dicke desselben am untersten flachen Theile derselben in maximo	32 μ

Den Lobus olfactorius glaube ich bei diesem Embryo gesehen zu haben, als ein vom tiefsten Theile des Vorderhirns medianwärts abgehendes paariges Hohlgebilde von 0,21 : 0,32 mm Durchmesser. Dasselbe fand sich in Einem Niveau mit der Stelle, wo die Hypophysistasche in den Schlund sich öffnet und stellte den hintersten Abschnitt des hier noch vorhandenen tiefsten Theiles des Vorderhirns dar, welcher noch als ein einheitliches, nicht in zwei Hälften zerfallenes Gebilde erschien.

2) Stadium der mit der primitiven Mundhöhle durch einen Gang, den Nasengang, verbundenen Riechgruben, geschlossenen Lippen- und Kieferspalten, offenen Gaumenspalten.

Dieser Zustand wurde bei dem Embryo D von 21 mm gefunden und waren die hier angelegten Frontalschnitte des Gesichtes sehr geeignet, um alle Verhältnisse deutlich zur Anschauung zu bringen. Es ist jedoch nicht meine Absicht, die minder

wichtige Gestaltung der Nasenhöhlen im Einzelnen zu besprechen und beschränke ich mich auf die Beschreibung des Bulbus, der Nervi olfactorii und des Jacobsonschen Organes.

a) Jacobsonsches Organ.

Dieses Organ (Figg. 13, 14, 15, 16) zeigte sich gut entwickelt in den vorderen Theilen der Nasenhöhle unmittelbar vor der Gegend, wo die Gaumenspalte beginnt und entspricht sein hinteres Ende der eben eröffneten Spalte. Im Ganzen ist das Organ an 8 Schnitten sichtbar, so dass an dem ersten (Nr. 24) die Mündung, an fünfen (Nr. 25—29) das Organ mit deutlicher Höhlung und an zweien (Nr. 30 und 31) seine hintere Wand zu sehen ist. Da jeder Schnitt im Mittel 0,03 mm dick ist, so ergibt dies eine Gesammtlänge des Organes von 0,24 mm [1]). Die Mündung des Organes ist trichterförmig von 48—54 μ Durchmesser, hierauf verengt sich der Kanal, quer in die Mucosa des Septum eindringend, auf 36 μ, um dann, leicht nach oben und wesentlich rückwärts umbiegend, sofort zu einem Raume von 0,11—0,12 mm Höhe und 32—37 μ Breite sich zu gestalten und dann ohne deutliche Verengerung blind zu enden. Die Wandungen des Kanals betragen 48—64 μ und das Gesammtrohr ist an den stärksten Stellen 0,22—0,24 mm hoch und 0,15 mm breit. Bei starken Vergrösserungen erkennt man eine feine Begrenzungslinie, welche das gesammte Organ umgibt und ausserdem eine dünne Mesodermlage von verlängerten Zellen. Das Epithel des Organes selbst (Fig. 16) ist an der oberen und medialen Wand dicker als an den anderen Stellen und zeigt 4—6 Lagen verlängerter schmaler Zellen, deren genaueren Verhältnisse nicht zu ermitteln waren. Capillaren umgaben das Organ in ziemlicher Anzahl und ausserdem traten, wie wir gleich sehen werden, eine Menge Aestchen der Nervi olfactorii an dasselbe heran.

b) Lobus olfactorius und Nervi olfactorii.

Der Lobus olfactorius stellt da, wo er mit dem Hirn in Verbindung steht, wie eine einfache Ausbuchtung des secundären Vorderhirns oder der Hemisphaeren dar. Der Ausgangspunkt

---

[1]) Bei einem Embryo von 3½ Monaten bestimmte mein Sohn die Länge des Organes durch directe Messung auf 0,76 mm (*Theodor Kölliker:* Ueber das Os intermaxillare des Menschen und die Anatomie der Hasenscharte und des Wolfsrachens 1882 S. 26. Taf. 6, Fig. 45).

desselben ist, wie die Fig. 17 zeigt, der Boden des Ventriculus lateralis an der medialen Seite des Kolbens des Streifenhügels und geht hier der Ventrikel, medianwärts und nach hinten in eine Röhre sich ausziehend, in den Lobus olfactorius über, der dann sofort sich abschnürt und im weiteren Verlaufe der unteren Fläche des secundären Vorderhirns dicht anliegt.

Um die Stelle, wo diese Ausstülpung stattfindet, noch genauer zu bezeichnen, bemerke ich folgendes. Dieselbe liegt in Frontalschnitten einmal genau an dem Punkte, wo die Schmelzkeime der beiden Oberkieferhälften zusammenstossen (s. *Theodor Kölliker* l. i. c. S. 27, Taf. II. Figg. 24 u. 25) und zweitens etwas vor dem inneren Augenwinkel und der Stelle, wo die Thränenkanälchen sichtbar werden. Nach Hirntheilen bestimmt entspricht der Ausgangspunkt des Lobus olfactorius dem vordersten Ende des Streifenhügels und einem ungefähr in der Mitte der unteren Fläche der Hemisphären gelegenen Punkte.

Nachdem die Ausstülpung an 5 Schnitten (Nr. 15, 16, 17, 18, 19) in einer Länge von circa 0,15 mm so zu sehen war, wie in der Fig. 17, schnürt sie sich in der Art ab, dass ihr Hohlraum getrennt erscheint (Nr. 20, 21, 22, 23, 24), die Wandung dagegen anfangs noch mit dem Vorderhirn verbunden ist. Auf dieses Stück, das ebenso lang ist wie das vorige, folgt sofort in der Höhe der Ausmündung des Organon Jacobsonii nach Einem Schnitte (Fig. 13) ein solides Stück des Lobus olfactorius, aus dem nach drei weiteren Schnitten (Fig. 26—28) an seiner medialen Seite Riechnerven abgehen, in welche nun nach und nach der ganze Bulbus sich aufzulösen scheint. So erhält sich der Rest des Bulbus in 5 Schnitten (Nr. 29—33), während das Org. Jacobsonii beim Schnitte 31 sein hinteres Ende erreicht. Von da an finden sich noch Riechnervenbündel zur Hälfte oder ganz innerhalb der Lamina cribrosa gelegen und in der Nasenschleimhaut an 15 Schnitten (Nr. 34—48) bis in eine Gegend, wo das Septum narium nur noch 1,0 mm in der Höhe misst und die Gaumenspalte schon lange offen ist (Fig. 21). Diesem zufolge ergibt sich, dass der noch mit einer Höhlung versehene Lobus olfactorius an 11 Schnitten in einer Länge von 0,33 mm auftritt, dass ferner der solide Theil des Lobus an 3 Schnitten ohne Riechnerven und an fünfen mit solchen eine Gesammtlänge von 0,24 mm besitzt, endlich die Gegend, in der noch Nervi olfactorii in der Lamina cribrosa und in der Nasenschleimhaut sichtbar sind, 0,54 mm Länge hat.

Die feineren und Einzelverhältnisse anlangend, bemerke ich folgendes:

Da wo der Lobus olfactorius noch mit der Hirnwand in Verbindung steht, zeigt er genau den Bau derselben und besteht aus einer innern, die Höhlung begrenzenden, im Mittel 0,1 mm dicken Lage von Spindelzellen mit verlängerten Kernen von der Natur eines geschichteten Epithels und einer äusseren Zellenlage von Zellen mit rundlichen Kernen, die scheinbar in zwei Arten zerfallen, Zellen mit grösseren gekörnten Kernen, die alle sternförmig sind und untereinander verbunden ein Netzwerk bilden, und Zellen mit kleinen, mehr homogenen, in Carmin dunkleren Kernen, die ebenfalls sternförmig zu sein scheinen. In der Hirnwand selbst stehen diese Zellen mit runden Kernen so, dass die ganze betreffende, zum Theil sehr mächtige Schicht in der Richtung der Dicke gestreift erscheint, wogegen im Lobus olfactorius nach und nach gegen die Ursprünge der Nervi olfactorii zu je weiter um so mehr eine concentrische Anordnung derselben Platz greift. Von Nervenfasern auch in der Form feinster Axencylinder war in der Wand des Vorderhirns nichts zu entdecken und im Lobus olfactorius nur da, wo die Nervi olfactorii abgehen. Dagegen besitzen diese Theile bereits eine gewisse Anzahl von Blutgefässen.

Die Figg. 13 u. 18 zeigen den bereits abgeschnürten noch hohlen Lobus olfactorius bei stärkerer und schwächerer Vergrösserung und ergibt sich schon hier bestimmt eine concentrische Lagerung der Elemente der äusseren Schichten an der medialen und dorsalen Seite. Der Lobus olfactorius misst hier in der Breite 0,67 mm, in der Höhe 0,38, seine Höhle 0,17 : 0,071 mm und die epithelähnliche Auskleidung derselben 0,080 mm.

Mit dem Verschwinden der Höhlung verkleinert sich der Lobus olfactorius auf 0,60—0,54 mm und da, wo derselbe die Breite von 0,50—0,40 mm erreicht hat, findet er sich schon ganz in Bündel der Nervi olfactorii aufgelöst (Fig. 19). Die letzten Reste desselben, die auf der Lamina cribrosa noch als Ganzes zu unterscheiden sind, massen 0,38 in der Breite und circa 0,10 in der Dicke.

Die Nervi olfactorii entwickeln sich weit vorn im Lobus olfactorius und waren in ihren ersten Spuren schon in den noch nicht ganz abgeschnürten Riechlappen der Schnitte 22 und 23 zu sehen. Dieselben treten zuerst am medialen Rande der dorsalen

Fläche des Lobus auf, dann an der ganzen medialen Seite und erscheinen zuletzt auch in den übrigen Theilen, bis am Ende der ganze Lobus solche zeigt und wie in kleinere Bündel zerfallen erscheint, zwischen denen reichliche Blutgefässe hindurchziehen (Fig. 19). Gegen die Nasenhöhle abgehende Nervenbündel erscheinen zuerst an der medialen Seite des Lobus, wie die Fig. 15 dies erkennen lässt, zuletzt fast an der gesammten Nasenfläche desselben (Fig. 19).

In Betreff der Art und Weise der Entstehung der Riechnerven bin ich zu keinem bestimmten Ergebnisse gelangt, doch habe ich so viel erkannt, dass dieselben nicht, wie die andern Kopf- und Spinalnerven, in erster Linie kernlose Bündel von feinsten Fäserchen (Axencylindern) darstellen, die dann in zweiter Linie eine kernhaltige Mesodermscheide erhalten, deren Zellen später auch in das Innere hineinwuchern. Vielmehr bestanden die Nervi olfactorii in ihrer ganzen Länge aus kernhaltigen Bündelchen feinster paralleler Axencylinder oder Fäserchen (Fig. 20). In der Nasenschleimhaut war auffallend, dass der Kernreichthum an verschiedenen Stellen ein sehr verschiedener war und wechselten oft kernreiche mit kernarmen Stellen (Fig. 20), welche letzteren dann die feinen Fäserchen besonders deutlich zeigten. Auffallend war auch, dass oft gerade die letzten Endigungen der Bündel in den tiefsten Stellen der Nasenhöhlen durch besonderen Kernreichthum sich auszeichneten und niemals etwa nur oder vorwiegend aus Bündelchen feinster Fäserchen bestanden. Im Lobus olfactorius selbst machte sich das Auftreten der Riechnerven im Allgemeinen durch eine feine Faserung, eine Anhäufung der Kerne an diesen Stellen und eine Verlängerung derselben in der Richtung der Faserung bemerklich, doch kamen neben solchen Kernen auch grössere rundliche vor. An den dünnsten solchen Stellen hatte es ganz den Anschein, als ob das oben beschriebene Netz von sternförmigen Zellen in seinen Verbindungssträngen verbreitert und hier überall in Fibrillen zerfallen wäre. Auffallend kernreich waren auch die starken Bündel von Riechnerven, die vom Lobus olfactorius aus in die Lamina cribrosa eindrangen und ihre ersten Aeste in die Nasenmucosa hinein und hier fanden sich oft viele grössere runde Kerne.

Das Gesammtergebniss, das ich aus allen meinen Beobachtungen ziehe, ist folgendes:

1) Das Netz sternförmiger Zellen des Lobus olfactorius wandelt sich (zum Theil? oder ganz?) in ein kernhaltiges Netz von Bündelchen feinster Olfactoriusfäserchen um.
2) Vom Lobus olfactorius aus wächst das Zellennetz vor (oder gleichzeitig mit) seiner fibrillären Umwandlung mit zellenreichen Sprossen in die Mucosa narium hinein und wandelt sich hinter den Sprossen immer fort wieder in ein Fibrillennetz um.
3) Die kernhaltigen Fibrillenbündel der Nervi olfactorii von Embryonen sind die Vorläufer der kernhaltigen blassen Olfactoriusfasern des Erwachsenen.
4) Ist diese Darlegung begründet, so sind die Fibrillenbündel der Fasern des Olfactorius mit den Axencylindern anderer Nerven zu vergleichen und ihre Kerne den Kernen von Nervenzellen.

Die Verbreitung der Riechnerven in der Nasenschleimhaut ist folgende:

Das Durchtreten derselben durch die knorpelige Lamina cribrosa beginnt im Schnitte 28, in dem das Organon *Jacobsonii* in voller Entwicklung ist, und ist im Schnitte 34 insofern vollendet, als nun kein Theil des Lobus olfactorius mehr auf der Lamina cribrosa liegt. In den Schnitten 35, 36 und 37 liegen dagegen allerdings noch starke Nerven, die wie Theile des Bulbus sich ausnehmen, in den Löchern der Lamina cribrosa und erst vom Schnitte 38 an sind die Nervi olfactorii alle unterhalb derselben gelegen. Nach ihrem Durchtritte durch die Siebplatte wenden sich die Nervi olfactorii z. Th. gerade abwärts, z. Th. nach vorn und nach hinten. Nach vorn zu fand ich dieselben bis zum Schnitte 14, anfänglich nur am Septum, später auch in den oberen Theilen der Seitenwand. Am Septum reichen sie schon weit vorn tief herab bis in die Gegend, wo mehr nach hinten das Organon *Jacobsonii* auftritt und erlangen ihre schönste Entwicklung an diesem Organe, bei dem sie vor Allem an den oberen Rand und die mediale Seite herangehen und wie mit dem Epithel desselben verschmelzen. (Fig. 16).

Die Nerven, die von der Durchtrittsstelle an nach hinten sich wenden, habe ich vom Schnitte 34 an bis zum Schnitte 48 verfolgt. Am Septum waren dieselben bis zum Schnitte 44 noch deutlich und zum Theil sehr stark, an den Seitentheilen erschienen sie besonders vom Schnitte 37 an, an dem die obere

Muschel (Fig. 21) zuerst angedeutet ist. In den Schnitten 45–48 waren nur noch im obersten Theile der Nasenhöhlen Riechnerven zu finden, da wo die Schleimhaut des Septum auf die Seitentheile übergeht.

Die stärksten Nervi olfactorii messen 54—64 μ, die feinsten, noch sicher als solche wahrnehmbaren Aestchen dagegen nur 10—5 μ und liessen sich dieselben da und dort bis zum Epithel verfolgen.

Das Epithel der Nasenhöhlen ist nur im obersten Theile derselben im Bereiche der oberen Muschel dick (54—80—90 μ), weiter unten dünner (27–38 μ) mit Ausnahme der Bucht zwischen der unteren und mittleren Muschel. In welcher Ausdehnung dasselbe Wimperhaare trägt, war nicht mit Sicherheit zu entscheiden und liess sich nur so viel sehen, dass die ganze Nasenhöhle ein geschichtetes Cylinderepithel besitzt, das auch auf die nasale (mediale) Fläche der Gaumenfortsätze der Oberkiefer übergeht.

Werfen wir nach dem Gesagten einen Rückblick auf die Gesammtentwicklung des nervösen Apparates des Geruchsorganes beim zwei Monate alten Embryo, so steht fest, dass derselbe noch keinen Tractus olfactorius und keine Radices olfactoriae aufweist und frägt es sich nun, wie diese Theile entstehen. In dieser Beziehung vermag ich für einmal nur das anzugeben, was das Studium des Aeusseren von Gehirnen des 3. und 4. Monates lehrt und muss die Verfolgung dieser Angelegenheit an Schnitten auf eine spätere Zeit versparen. In erster Linie bemerke ich, dass an Embryonen des genannten Alters die Entwicklungsstufe des Lobus olfactorius grosse Schwankungen aufweist, ebenso wie in früheren Zeiten (siehe das oben über die beiden jüngeren Embryonen Auseinandergesetzte) und fand ich das anscheinend jüngste Stadium nicht am kleinsten der untersuchten Gehirne. Der Riechlappen stellte hier (Fig. 21) ein in der Gegend des späteren Tuber olfactorium sitzendes, nach hinten und abwärts gerichtetes kleines Kegelchen dar, das von oben nach unten leicht comprimirt war und nicht ganz 2 mm in der Breite und etwa 1 mm in der Längsrichtung und in der Dicke mass. Lateralwärts ging der Riechlappen durch eine scharfe bogenförmige Leiste in den Unterlappen über und begrenzte mit demselben ein Feld, welches der späteren Substantia perforata antica lateralis entspricht.

Medianwärts schien der Lobus olfactorius durch eine sehr schwache, gerade, querverlaufende Furche in der Hälfte seiner Breite vom Vorderlappen geschieden zu sein und konnte ich ohne Zerstörung des werthvollen Präparates nicht bestimmen, ob die Trennung beider Theile hier vielleicht tiefer ging.

Mit dem, was ich an diesem Embryo, an dem Embryo von 8 Wochen und an demjenigen von 4 Wochen (Embryo A) beobachtet habe, stimmen die Constructionen von *His* nicht überein. Derselbe stellt auf Taf. I Fig. 3 und bes. Fig. 4 den Riechlappen als einen nach vorn gerichteten Zapfen dar, ebenso auf Taf. VII in der Fig. A 1 und B 1 und A 2. (In A 1 sitzt der Lobus olfactorius h i n t e r dem Augenstiel und geht vom Zwischenhirn ab, in B 1 ist derselbe v o r dem Auge und am Vorderhirn gezeichnet). Von Schnitten, welche diese Constructionen begründen sollen, sind nur einige Horizontalschnitte des Embryo A gezeichnet (Taf. IV Fig. 15, 16), aus denen meines Erachtens sich ergibt, dass die Lobi olfactorii als eine doppelte, am hinteren Ende zusammenhängende Ausbuchtung des Vorderhirns g e r a d e n a c h u n t e n auftreten.

An zwei kleineren Gehirnen aus dem 3. Monate und zweien andern aus dem 4. Monate etwas grösseren war bei allen der Riechlappen an seiner Spitze in einen Fortsatz ausgezogen, der medianwärts und vorwärts umgebogen war und in eine besondere Furche der Unterfläche des Vorderlappens des Gehirns hineinpasste (Figg. 22, 23). Die Bogenleiste am lateralen Rande war immer noch da und erkannte man jetzt deutlich, dass dieselbe nichts anderes ist als die spätere laterale aus der Fossa Sylvii kommende Wurzel. Mit der Zeit wächst nun der vordere Theil des hackenförmig gekrümmten Riechlappens zum Tractus und Bulbus aus, die jedoch erst spät von einander sich abgliedern (man vergl. die von *Reubold* abgebildeten Gehirne aus dem 7. und 8. Monate in der Jubiläumsschrift der Würzb. medic. Fac. Bd. I Taf. VII Figg. 4, 5) und lange Zeit kurz bleiben, während der ursprüngliche Ausgangspunct des Lobus olfactorius zum Tuber olfactorium sich gestaltet und von hier aus auch die Wurzeln und vor Allem die laterale immer deutlicher werden. So viel ich sehe ist ferner im vierten Monate die hintere Hälfte des Lobus noch hohl und verschwindet diese Höhlung erst im 5. Monate. Da der Bulbus olfactorius als besondere Bildung erst spät sichtbar wird, so kann man für den Menschen nicht sagen, dass der-

selbe je eine Höhlung enthalte. Fasst man dagegen die Stelle des Riechlappens, welche die Nervi olfactorii entsendet, als wirklichen Bulbus auf, so ist aus dem oben mitgetheilten ersichtlich, dass dieselbe noch beim 8 Wochen alten Embryo theilweise hohl ist und ursprünglich ist wohl der ganze Lobus olfactorius hohl.

In Betreff der allerersten Entwicklung der Nervi olfactorii habe ich für einmal vom Menschen Nichts zu berichten, als was oben schon mitgetheilt wurde, dass dieselben bei 4 Wochen alten Embryonen, bei z. Th. ganz gut ausgebildeten Riechgruben noch nicht sichtbar sind. Von den Nervenfasern des Tractus und der Radices olfactoriae ist so viel klar, dass dieselben secundär auftretende Bildungen sind; auch ist die Vermuthung gestattet, dass dieselben vom Tuber olfactorium aus einmal in der Richtung gegen den späteren Bulbus und zweitens gegen die Ursprungsstellen der Radices hin sich entwickeln.

Alles zusammengenommen beweist die Entwicklungsgeschichte auch für den Menschen 1) dass der Lobus olfactorius ein Hirntheil ist; 2) dass der Bulbus als Ursprungsstelle der Riechnerven schon im primitiven Riechlappen enthalten ist; 3) dass die Nervi olfactorii aus dem Lobus oder dem diesen entwickelnden Hirntheile hervorwachsen und 4) dass die Tractus und die Radices secundär auftretende Commissurensysteme sind, die die Bulbi mit entfernteren Hirntheilen, z. Th. auch wohl untereinander verbinden.

Zum Schlusse gedenke ich nun noch der auffälligen Thatsache, dass das *Jacobson*'sche Organ beim 8 Wochen alten Embryo zahlreiche Nerven erhält, welche bei älteren Embryonen sich nicht mehr nachweisen lassen. So weit meine bisherigen Erfahrungen reichen, kann ich folgendes mittheilen. Bei dem Embryo von acht Wochen war die grösste Höhe des Epithelrohres des genannten Organes 0.24 mm, bei zwei Embryonen von 3 ½ Monaten dagegen nur 0,20 und 0.07 mm und bei zwei fünfmonatlichen Embryonen 0,21 und 0,35 mm. Im letzteren Falle nun war wohl das L u m e n des Organes grösser, aber das Epithel nur 32 μ stark, während dasselbe beim acht Wochen alten Embryo am oberen Theile des Organes 64 μ betrug. Wenn nun auch nicht geleugnet werden kann, dass das *Jacobson*'sche Organ bei älteren Embryonen des Menschen und in der nachembryonalen Zeit weiter ist als beim zwei Monate alten Embryo, so ist doch auf der andern Seite nach meinen Erfahrungen sicher, dass

schon im 4. und 5. Monate keine Nerven mehr zu demselben sich verfolgen lassen und dass das Epithel später absolut dünner ist als früher. Diesem zufolge ist das *Jacobson*'sche Organ beim jungen menschlichen Embryo, wenn auch nicht functionirend, doch anatomisch weiter ausgebildet als später und reiht sich in dieser Beziehung andern ererbten und nicht mehr thätigen Organen an.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1–12. Zur Entwicklung des menschlichen Auges.

In diesen Figuren bedeuten nachstehende Buchstaben überall dasselbe:

o	primitiver und bleibender Opticus	*c l*	Linsenkapsel
r	Retina	*l w*	Linsenwulst
p	Pigmentlage	*c*	Cornea
p'	Verdickte Stelle derselben	*v a*	Vordere Augenkammer
g	Glaskörper	*o l*	Oberes Lid
e	Hornblatt oder Epidermis	*u l*	Unteres Lid
m	Mesoderm	*mp*	Pupillarhaut
l	Linse oder Linsengrube	*ir*	Irisanlage.
v	Gefässe		

Fig. 1. Embryo A. von 8 mm, nicht ganz 4 mal vergrössert.

Fig. 2. Embryo B. von 8,5 mm, fast 3 mal vergrössert.

Fig. 3. Vorderes Segment eines Horizontalschnittes des Kopfes des Embryo A (No. 30) nicht ganz 22 mal vergr. *gr* Geruchsgrube, *gr'* oberes blindes Ende der Grube der andern Seite, *a n* äusserer, *i n* innerer Nasenfortsatz, *i* Recessus infundibuli, *h* Hypophysis, *o'* Einstülpung des Opticus durch die Art. centralis retinae, *vh* tiefster Theil des Vorderhirns.

Fig. 4. Horizontalschnitt des Auges des Embryo A mit offener Linsengrube (No. 25). Vergr. ca 83 mal.

Fig. 4 A. Umrisszeichnung dieses Auges bei Syst. IV, Ocul. 2, kurzem Tubus eines grossen Hartnack gezeichnet zur Vergleichung mit Fig. 7 A.

Fig. 5. Horizontalschnitt desselben Auges in der Gegend der Augenspalte (No. 27). Vergr. 83 mal. *vh* Gefässe im Glaskörper bei *v* mit einem Gefässe an der temporalen Seite des Bulbus, bei *v'* mit einem solchen an der frontalen Seite in Verbindung.

Fig. 6. Vorderes Segment eines Horizontalschnittes desselben Embryo (No. 28), nicht ganz 22 mal vergrössert. Buchstaben wie bei Fig. 3. Ausserdem *z w* tiefster Theil des Zwischenhirns, *a* Auge mit Augenspalte, *a'* das andere Auge mit tiefer getroffenen Spalte.

Fig. 7. Horizontalschnitt des Auges des Embryo B, 140 mal vergr.

Fig. 7 A. Umrisszeichnung desselben Schnittes bei derselben Vergrösserung wie Fig. 4 A.

Fig. 8. Horizontalschnitt des Auges des Embryo C von 15 mm bei derselben Vergrösserung wie die Figg. 4 A und 7 A.

Fig. 9. Verticalschnitt (No. 42) des Auges des Embryo D von 21 mm bei derselben Vergrösserung wie Fig. 8.

Fig. 10. Verticalschnitt desselben Auges (No. 39) weiter gegen den innern Augenwinkel zu.

Fig. 11. Vorderer Theil der secundären Augenblase desselben Embryo (No. 44) Verticalschnitt. Starke Vergr (Leitz Oc. I, S. 7, kurzer Tubus).

Fig. 12—24. Zur Entwicklung des Geruchsorganes des Menschen.

In diesen Figuren haben nachstehende Buchstaben dieselbe Bedeutung:

gr	Geruchsgrübchen	*v l*	Ventriculus lateralis
o J	Organon *Jacobsonii*	*c i*	Concha inferior
L o	Lobus olfactorius	*c m*	Concha media
N o	Nervi olfactorii	*e*	Nervus ethmoidalis
c n	Cartilago narium	*o e*	Riechepithel
C str	Corpus striatum	*s*	Septum narium.

Fig. 12. Geruchsgrube des Embryo B von 8,5 mm Länge, 84 mal vergrössert. *st.* Stirngegend.

Fig. 13. Frontalschnitt durch den Kopf des Embryo D von 8 Wochen (No. 25), in welchem das *Jacobson*'sche Organ dicht hinter seiner Mündung getroffen ist. Im Septum Nervi olfactorii zum *Jacobson*'schen Organe herabziehend, 15 mal vergr.

Fig. 14. Schnitt No. 27 desselben Embryo. Der Lobus olfactorius ist solid geworden. Im Septum Nerven zu den *Jacobson*'schen Organen, 15 mal vergr.

Fig. 15 Schnitt No. 29 desselben Kopfes. Der Bulbus olfactorius entsendet von seiner unteren Fläche Nervi olfactorii, die zum *Jacobson*'schen Organe sich verfolgen lassen. Die Vertiefung in der Mitte des Gaumens dient zur Aufnahme der Zunge. Aber schon im Schnitte 31 lösen sich, in dem die Vertiefung immer stärker wird, die Gaumenfortsätze der Kiefer vom Septum und tritt die Zunge allmälig in die Lage, die sie in der Fig. 21 hat. Vergr. 15 mal.

Fig 16. Organa *Jacobsonii* aus dem Schnitte No. 28 des Kopfes des Embryo D, 94 mal vergr. *ep.* Epithel des Septum narium.

Fig. 17. Schnitt No. 18 durch den Kopf desselben Embryo zur Darstellung des vordersten Theiles des Lobus olfactorius in der Nähe seiner Ursprungsstelle, 15 mal vergr.

Fig. 18. Abgeschnürter Lobus olfactorius des Schnittes No. 26 mit Höhlung, 85 mal vergr. *h.* Ein Theil der Wand des Vorderhirns.

Fig. 19. Lobus olfactorius des Schnittes No. 30 ohne Höhlung ganz in kleine Bündel zerfallen mit zahlreichen sie umgebenden Gefässen und starken von seiner unteren Seite abgehenden Nervi olfactorii, die theils zum Septum, theils zur Seitenwand der Nase, theils zum Riechepithel des obersten Theiles der Nase ziehen. Vergr. 85 mal.

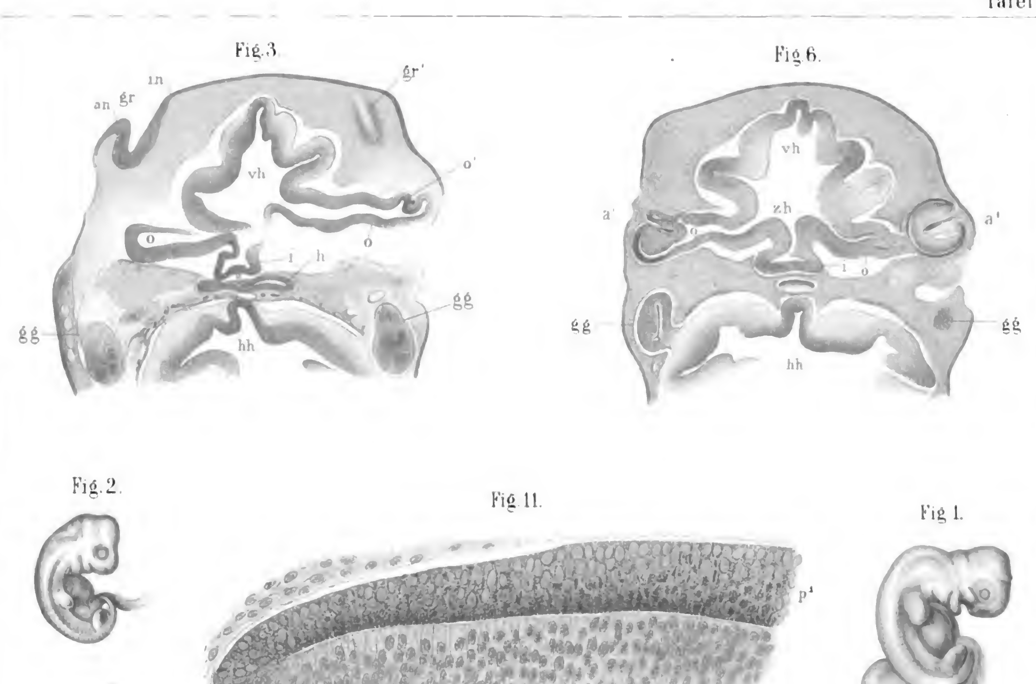
Fig. 20. Ein Stück eines Nervus olfactorius desselben Embryo aus dem Septum narium des Schnittes No 28 stark vergr. (S. VII Leitz, Oc. I, kurzer Tubus). Der Nerv zeigt zwischen zwei kernreichen eine kernarme Stelle.

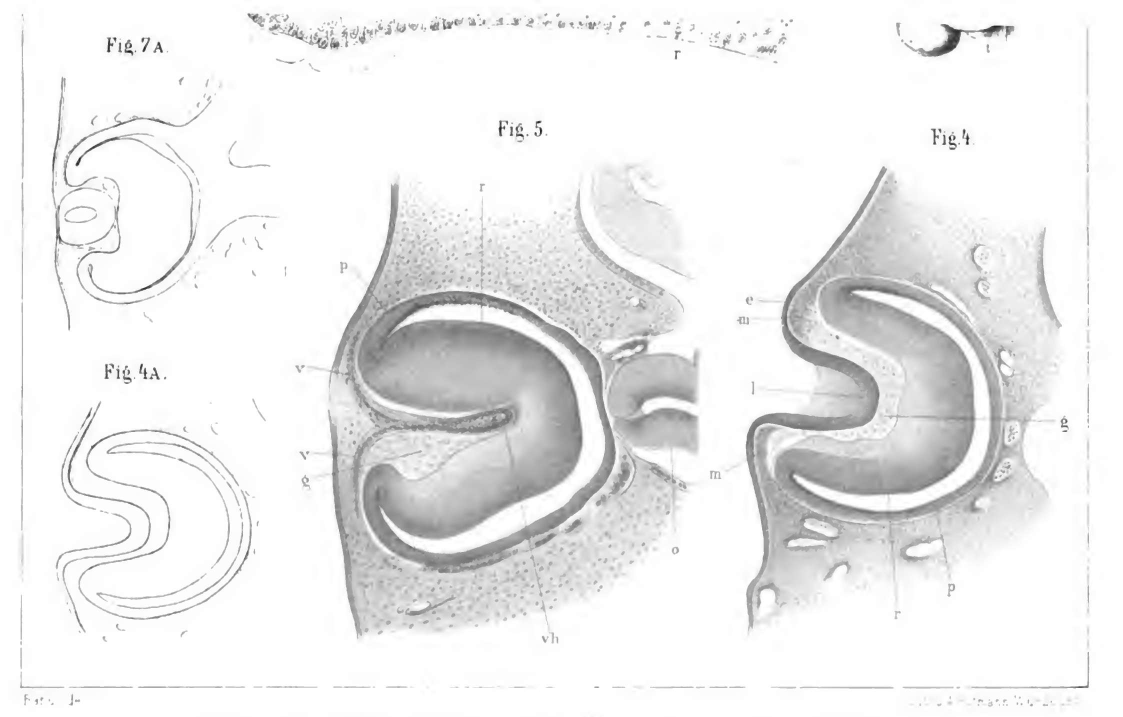
Fig. 21. Schnitt No. 42 durch den Kopf desselben Embryo zur Demonstration der Gaumenspalte und der Concha superior. Im Unterkiefer die Cartilagines Meckelii. Im Gehirn die Plexus laterales (S. m. Entwickl. 2. Aufl. Fig. 327). Vergr. 7,2 mal.

Fig. 22. Gehirn eines männlichen Embryo von 3½ Monaten und 8,7 Cm Länge (No. 458 der embryol. Sammlung) zur Demonstration des Lobus olfactorius, 2 mal vergr. Grösste Länge der Hemisphaeren von der Seite gemessen 23,6 mm, Breite derselben an den Hinterlappen 20 mm, an den Vorderlappen 17 mm, Breite des Cerebellum 12,6 mm, der Med. oblongata 7,0 mm. Der Boden des 3. Ventrikels vor dem Chiasma ist gerissen. Hinter der Sehnervenkreuzung das abgerissene Infundibulum, dann zwei kleine Wölbungen, die dem Tuber cinereum angehören und nicht die Corpora mammillaria sind (S. m Entwickl. 1. Aufl. S. 535), welche vielmehr aus dem hinter diesen Wölbungen gelegenen Querwulste sich entwickeln. An der Medulla oblongata stellen die zwei starken Wülste neben der Mittellinie vorzugsweise die Oliven dar

Fig. 23 Gehirn eines weiblichen Embryo des 3. Monates, 2 mal vergr. (No. 457 der embryol. Sammlung Grösste Länge der Hemisphaeren 18 mm, Breite an den Hinterlappen 16 mm, an den Vorderlappen 14 mm, Breite des Cerebellum 10 mm, der Med. oblongata 6 mm. Die laterale Wurzel des hackenförmigen Lobus olfactorius ist sehr deutlich. Das Feld, das dieselbe umgibt, ist nicht das Feld der Insel, welches lateralwärts davon und höher liegt. Auch an diesem Gehirn ist die Lamina terminalis gerissen, der Nervus opticus erscheint hohl, das Infundibulum ist abgerissen, die Doppelwolbungen am Tuber cinereum erscheinen ausnehmend deutlich, die Leiste der Corpora candicantia dagegen schmal. Die Brücke, die sehr schwach ausgeprägt ist, ist nicht sichtbar.

Fig. 24 Gehirn eines männlichen Embryo aus dem 3. Monate, 2 mal vergr. (No 456 der embryol. Sammlung). Grösste Länge der Hemisphaeren 17,3 mm, Grösste Breite der Hinterhauptslappen 14,8, der Vorderlappen 12,8 mm, des Cerebellum 11,2, der Med oblongata 7,0 mm. Der Lobus olfactorius ist hier grösser, als in dem Gehirn der Fig. 23 und lässt sich lateralwärts durch das Inselfeld bis zum Lobus inferior verfolgen. Sehnerv sehr undeutlich, an der linken Seite abgerissen. Doppelte Wölbung am Tuber cinereum wie mit einer Höhlung oder Bucht. Querleiste der Corpora candicantia sehr schwach, Brücke schmal. Cerebrum mit vielen primären Falten.


Tafel I
Fig. 3.
an
gr
in
gr'
vh
o'
o
o
i
h
gg
gg
hh
Fig. 6.
vh
zh
a'
a'
o
i
o
gg
gg
hh
Fig. 2.
Fig. 11.
p¹
Fig. 1.


Fig. 7A.
Fig. 4A.
Fig. 5.
Fig. 4.
r
p
v
v
g
vh
o
m
e
m
l
g
r
p

Taf. II.

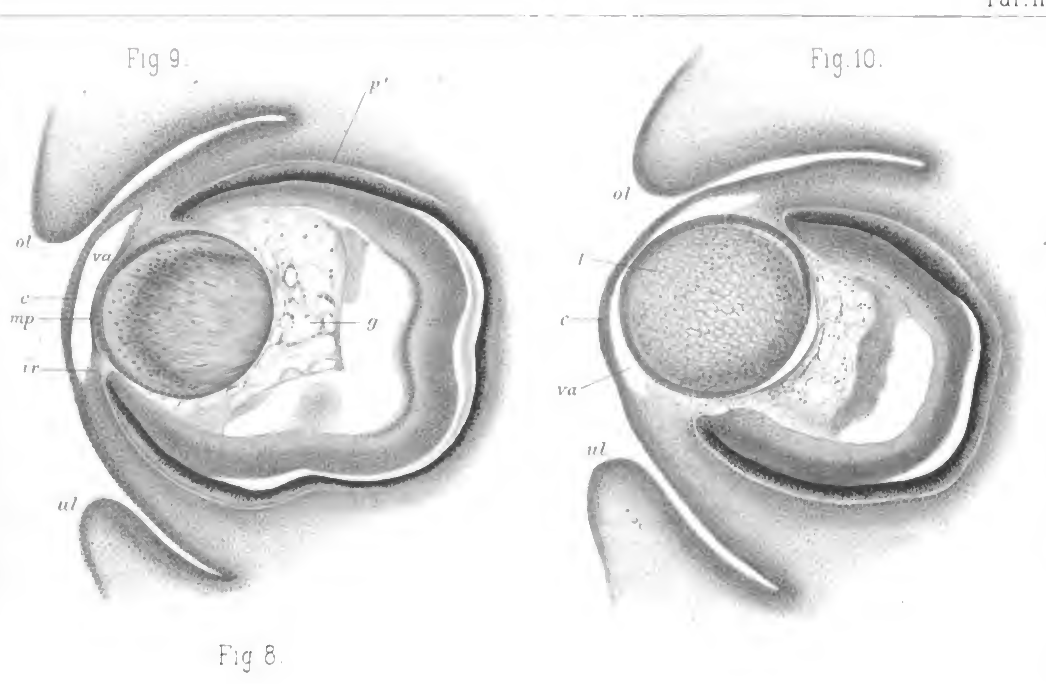


Fig. 7. B.

Rabus del.

Lith. J. A. Hofmann Würzburg

Fig 17

Bo

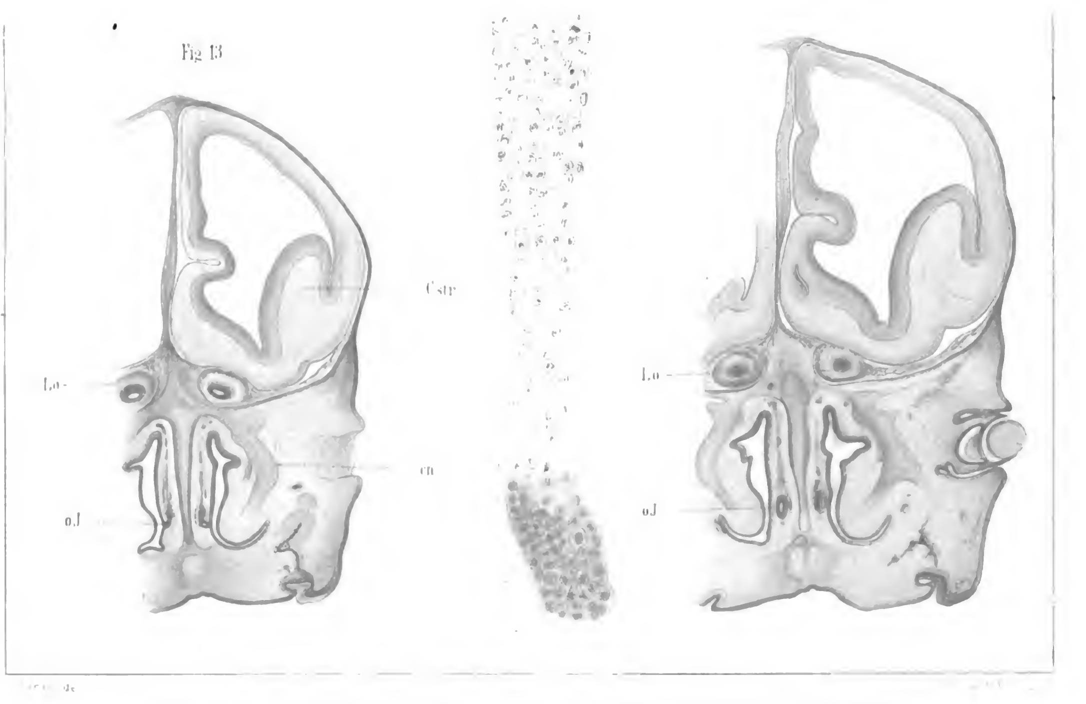
Bo

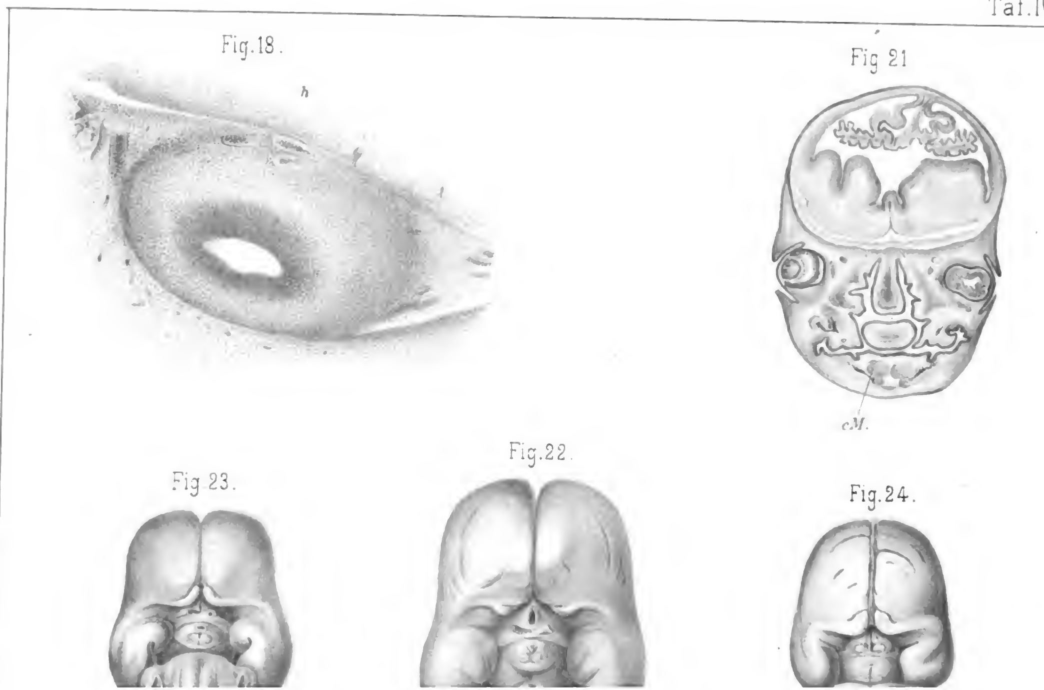
Fig 12
st
gr

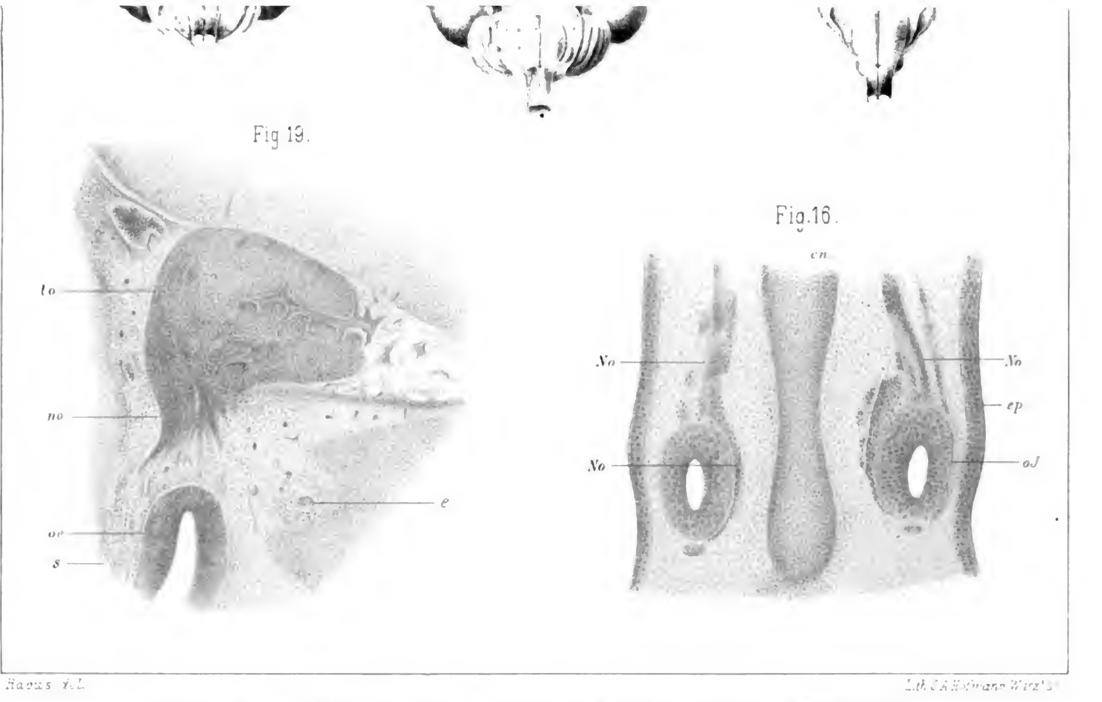
Fig 20.

Fig 15.
vl
cstr
Lo
Ko
e
cm
cn
oJ
ci

Fig 11


Fig 13
C str
L.o
o.J
cn
L.o
o.J


Fig. 18.
h
Fig 21
cM.
Fig. 22.
Fig 23.
Fig. 24.



Hauus del.

Lith. J. A. Hofmann Würzburg

VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCH-MEDICINISCHEN GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN

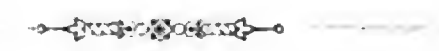
VON DER

REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT.

DR. JOHANNES GAD PROF. DR. W. REUBOLD

DR. KONRAD RIEGER.

NEUE FOLGE XVIII. BAND.



WÜRZBURG

DRUCK & VERLAG DER STAHEL'SCHEN UNIVERS.-BUCH- & KUNSTHANDLUNG.

1884.

INHALT

des

XVIII. BANDES.

Ueber die diagnostische Bedeutung der Tuberkelbacillen.

Von

FRIEDRICH MÜLLER.

Nachdem schon so viel über Tuberkelbacillen geschrieben worden ist, könnte es überflüssig erscheinen, dieses Thema wiederum zur Sprache zu bringen. Doch ist es andererseits von Werth, bei dem schroffen Widerstreit der Ansichten in einer wissenschaftlich und practisch so hochbedeutenden Frage, Untersuchungen in die Wagschale zu werfen, welche vorurtheilsfrei und an einem bedeutenden Material angestellt worden sind.

Die Untersuchungen, über welche ich hier kurz referiren will, sind auf Anregung von Herrn Geheimrath *Gerhardt* sämmtliche im Laboratorium der med. Klinik ausgeführt worden.

Da von verschiedenen Seiten, am bestimmtesten von *Spina*, und neuerdings wieder von *Matray* und anderen behauptet worden ist, dass auch im Sputum von Gesunden und nicht tuberkulösen Kranken sich Stäbchen finden, welche mit den Tuberkelbacillen in Form und Farbenreaction übereinstimmen, so schien es geboten, den Auswurf einer Anzahl von Patienten zu untersuchen bei welchen Tuberkulose ausgeschlossen werden konnte. Es wurden im Ganzen 52 Patienten untersucht mit Masern, Keuchhusten, Bronchitis, croupöser und catarrhalischer Pneumonie, Herzfehlern, Lungeninfarcten u s. w.; aber in keinem Präparate konnten rothgefärbte Bacillen [1]) gefunden werden.

Mit besonderer Sorgfalt wurde stets das an Microorganismen aller Art so reiche Sputum bei Bronchiectasie und fötider Bron-

[1]) Es wurde das *Ehrlisch*'sche Färbeverfahren angewendet und zwar stets in genau derselben Weise, um bezüglich der Grösse und Zahl der Stäbchen vergleichbare Resultate zu gewinnen. Zur Nachfärbung der Sputa wurde Malachitgrün, zu der der Schnitte Vesuvin gewählt.

chitis untersucht, doch glich kein einziges unter den vielen Stäbchen dem Tuberkelbacillus in Form und Farbenreaction.

Da aus Erlangen das regelmässige Vorkommen derselben im Stuhlgang von Gesunden berichtet worden war, so wurde mehrmals diarrhoischer und fester Koth von Gesunden, sowie von nicht tuberculös Erkrankten untersucht, aber mit negativem Resultat.

Nachdem es sich also aus diesen Versuchen bestätigt hatte, dass, wo keine Tuberkulose ist, auch keine Tuberkelbacillen gefunden werden können, galt es, das constante Vorkommen derselben bei allen tuberculösen Affectionen zu constatiren. Es wurden 72 Phthisiker untersucht, und in der That gelang es, in sämmtlichen ausgeprägten Fällen die Stäbchen nachzuweisen, allerdings oft erst nach mehrmaligem Suchen und bei längerer Beobachtung. Nicht ganz so constant fand ich dieselben bei Phthisis incipiens und von diesen 72 vermissten wir sie in 5 Fällen mit eben wahrnehmbarer Spitzendifferenz. Doch konnten 4 derselben wegen zu kurzen Spitalaufenthaltes nur ein- oder zweimal untersucht werden, und der fünfte, ein alter Mann, litt an einer ausserordentlich chronisch verlaufenden Form.

Viel wichtiger ist, dass in fünf Fällen, wo die physikalischen Untersuchungsmethoden noch keinen Anhalt boten, allein durch den sicheren Nachweis der Bacillen die Diagnose auf Phthisis gestellt werden konnte. Es ist dieses Resultat um so höher anzuschlagen, da ja die Therapie ungleich viel wirksamer einzutreten im Stande ist, je frühzeitiger die Krankheit erkannt wird.

Hier möchte ich einen Fall von Pneumonie erwähnen, bei welchem unter consumirendem Fieber die Infiltration des R. Oberlappens fortbestand, und wo bei sehr zahlreichen Untersuchungen lange Zeit keine Bacillen gefunden werden konnten. Erst wenige Tage vor dem Tode traten mit einemmale ziemlich reichliche Stäbchen auf, und es legt diese Beobachtung den Gedanken nahe, dass es sich hier um eine tuberculöse Umwandlung des pneumonischen Infiltrats handelte, deren Producte anfangs nicht mit den Bronchien in offener Communication standen, und erst zum Schluss erweicht und expectorirt wurden. Bei der Obduction fanden sich in dem pneumonisch infiltrirten Oberlappen zahlreiche graue Knötchen, von denen einige confluirt und erweicht waren.

Wenn nun der Nachweis der Bacillen für die Erkenntniss der beginnenden Lungenschwindsucht von der grössten Bedeutung ist, so gilt dies in fast noch höherem Grade bei der Differentialdiagnose zwischen der Tuberkulose und anderweitigen Erkrankungen der Lunge, vor allem der Bronchitis, der Bronchiectasie und der chron. Pneumonie.

So gelang es in mehreren Fällen, welche anfangs das Bild der Phthise darboten, aus dem constanten Fehlen der Bacillen die Diagnose auf Bronchiectasie zu stellen, was durch den weiteren Verlauf sich auch bestätigte; andererseits konnte aus dem Vorhandensein derselben bei einem Fall mit Infiltration des R. Unterlappens die tuberculöse Natur der Erkrankung erkannt werden. Der Kranke ging rasch zu Grunde und die Obduction hat die Diagnose bestätigt.

Bei zwei Patienten konnten wir den Verdacht auf Lungensyphilis durch den Nachweis der Bacillen widerlegen. Gerade in diesen Fällen ist es einleuchtend, von wie viel grösserer differentialdiagnostischer Bedeutung die Tuberkelbacillen im Auswurf sind, als der Befund der elastischen Fasern, welche ja bei allen destruirenden Processen des ganzen Respirationstractus erscheinen können, und deren Nachweis oft ein viel schwierigerer ist.

Bei den anerkannten Schwierigkeiten, welche die physikalische Untersuchung einer comprimirten Lunge darbietet, ist es ferner von grossem Interesse, den Auswurf von Pleuritiskranken zu untersuchen. Liegt ja doch der Hauptpunkt der Diagnose und Prognose in der Bestimmung, ob die Pleuritis auf Phthisis der Lunge beruht.

Von 12 Pleuritiskranken, deren Sputa untersucht wurden, zeigten 6 negatives Resultat und übereinstimmend damit einen günstigen Verlauf ihrer Krankheit mit allmäliger spontaner Resorption des Exsudates.

Bei 6 anderen fanden sich Stäbchen und bei 3 derselben konnte allein aus diesem Befunde beim Fehlen aller anderen Symptome die Diagnose auf Lungenphthise und damit eine ungünstige Prognose für die ganze Krankheit gestellt werden.

Die Hoffnung, das Exsudat selbst zu diagnostischen Zwecken verwenden zu können, erwies sich als irrig. In 9 durch die Probepunction entleerten Pleuraexsudaten theils seröser, theils eitriger Natur konnte kein Stäbchen gefunden werden, trotzdem dass sich bei 4 Fällen eine deutliche Infiltration der gleich-

seitigen Lunge und Bacillen im Auswurf nachweisen liessen. Auch das peritonitische Exsudat zweier Patienten mit Verdacht auf Bauchfell-Tuberkulose wurde vergebens untersucht.

Desto wichtiger war nun der Befund von zahlreichen Stäbchen in der eitrigen Flüssigkeit eines Pneumothorax, bei welchem die Obduction eine etwa linsengrosse Communication zwischen einer Caverne und der Pleurahöhle zeigte, ferner von spärlichen in einem Seropneumothorax, der gleichfalls als ein offener diagnosticirt worden war. In beiden Fällen hatte sich Caverneninhalt mit seinen Bacillen in den Pleurasack ergossen, und es liegt nun nahe, den Nachweis derselben zur Diagnose eines von einer tuberculösen Caverne ausgehenden, und offenen Pneumothorax zu verwenden. Bei dem zweiten Falle konnten in dem nach 3 Wochen wieder entleerten, nunmehr eitrigen Exsudat abermals nur sehr spärliche Stäbchen gefunden werden (3 Bacillen in 16 Präparaten) und es scheint dies dafür zu sprechen, dass das Pleuraexsudat einen für ihre Vermehrung ungünstigen Nährboden darstellt. Ferner ist dieser Fall noch dadurch merkwürdig, dass sich seit dem Auftreten des Pneumothorax in dem spärlich entleerten Sputum nur ausserordentlich wenig und kleine Bacillen finden. Offenbar ist der Krankheitsprocess in der comprimirten Lunge ein weniger intensiver geworden, was sich auch in der Besserung des Allgemeinbefindens und des Kräftezustandes zu erkennen gibt. Es schliesst sich diese Beobachtung den jüngst von *Bülau* und *Curschmann* veröffentlichten an.

Was nun aber die Verwerthbarkeit der Tuberkelbacillen zur Differentialdiagnose der Kehlkopfgeschwüre anlangt, so kann dieselbe nur mit Reserve anerkannt werden. Allerdings konnten auch wir in dem durch den Pinsel entnommenen Secret von tuberculösen Geschwüren mehrmals Bacillen nachweisen; als wir jedoch den intacten Larynx eines Patienten auspinselten, der an Lungentuberkulose litt, fand sich gleichfalls eine bedeutende Anzahl von Stäbchen. Es muss also, um diese Methode von *Fränkel* anwenden zu können, zuerst die Tuberkulose der Lunge mit Sicherheit ausgeschlossen sein.

Aehnliches gilt von der Untersuchung des Stuhlganges, in welchem sich bei Diarrhöen phthisischer Individuen mehrmals spärliche, in kleinen grauen Fetzchen eingeschlossene Bacillen fanden. Da diese sehr leicht auch durch verchlucktes Sputum in

den Stuhl gelangt sein können, so spricht der Nachweis derselben nicht mit Sicherheit für Darmtuberkulose.

Vergebens wurde auch die Exspirationsluft von Tuberkulösen untersucht. Es wurden zu diesem Zwecke Fälle gewählt mit besonders grossen Mengen von Bacillen im Sputum. Der Versuch wurde zuerst so angestellt, dass die Patienten gegen Glasplatten athmeten und husteten, welche mit Glycerin bestrichen waren. Der Glycerinüberzug wurde darauf abgekratzt, und auf die gewöhnliche Weise gefärbt und untersucht. Da sich nun in demselben keine Bacillen, wohl aber eine grosse Menge von Verunreinigungen aller Art fanden, so musste zu einer anderen Modification des Versuchs geschritten werden. In zwei Fällen athmeten die Patienten dreimal im Tage je eine halbe Stunde lang durch Ventilflaschen, wobei die Exspirationsluft durch Wasser geleitet wurde, um darin die Bacillen zurückzuhalten; in zwei anderen Fällen durch eine in Eis gekühlte Flasche, in welcher sich die Wasserdämpfe der Exspirationsluft condensirten und die Stäbchen mitreissen sollten. Bei keinem dieser Versuche konnten Bacillen gefunden werden. Es stimmt dieses Resultat mit dem *Nägeli*'schen Satz überein, dass Microorganismen sich aus einem feuchten Medium nicht losreissen können, sowie auch mit den Versuchen von *Günther* und *Harms* u. A., welche Kaninchen durch den Athem tuberculöser Thiere und Menschen nicht inficiren konnten.

Nachdem nun aus unseren Versuchen dem Vorkommen der Tuberkelbacillen im Sputum in diagnostischer Hinsicht eine grosse Bedeutung zuerkannt werden musste, blieb es noch übrig, auf ihre Zahl und Grösse zu achten, und diese in Verbindung zu bringen mit dem Verlauf, der Prognose des Falles.

Im Allgemeinen fand sich nun der von *Fräntzel* und *Balmer* aufgestellte Satz bestätigt, dass, wo zahlreiche Bacillen vorhanden sind, auch der Verlauf der Phthise ein rapider und fieberhafter ist, dass dagegen chronische und wenig ausgebreitete Processe meist mit spärlichen Bacillen im Auswurf einhergehen. Doch finden sich auch zahlreiche Ausnahmen von dieser Regel. Erstens kommen acute fieberhafte Fälle vor, bei welchen sich stets nur spärliche Stäbchen auffinden lassen und in einem unserer Fälle fand dies seine Erklärung, indem bei der Obduction ausgebreitete gallertige Infiltration der Lunge vorhanden war mit

nur spärlicher Entwicklung verkäster Knoten und wenigen kleinen Cavernen.

Andererseits gibt es auch Patienten, die mit grossen Mengen von Bacillen im Auswurf sich doch lange und ziemlich gut erhalten und kein Fieber zeigen, und es scheint nach diesen Fällen, als ob die Massenhaftigkeit der Stäbchen mit der Menge des Cavernensecretes in einem gewissen Zusammenhang stände. Es ist ja eine bekannte Thatsache, dass der Inhalt der Cavernen einen besonders günstigen Nährboden für die Entwicklung der Bacillen darbietet, und es geht dies u. a. schon daraus hervor, dass dieselben sich nicht wie die elastischen Fasern nur in käsigen Bröckeln vorfinden, sondern auch in den übrigen eitrig schleimigen Partien des Sputums reichlich und gleichmässig vertheilt sind.

Aber auch durch die pathologisch anatomische Untersuchung wird es bewiesen, dass die Innenwand der Caverne ein Hauptsitz der Bacillenwucherung ist. Untersucht man nämlich den eitrigen Inhalt einer Caverne, so findet man eine enorme Anzahl von Stäbchen der verschiedensten Grösse von den dicksten und längsten bis herab zu den kleinsten und jüngsten Formen und daneben eine grosse Menge rothgefärbter Körnchen, die wohl als Sporen anzusehen sind. Sie liegen oft in Haufen und Colonien beisammen. Auch in käsigen Stückchen des Lungengewebes finden sich noch zahlreiche Stäbchen; in der entzündlich infiltrirten eigentlichen Cavernenwand jedoch sind dieselben ausserordentlich spärlich, und scheinen oft ganz zu fehlen. Auf diese merkwürdige Thatsache wirft die Entwicklungsgeschichte der Caverne ein Licht. Untersucht man nämlich die am frischesten befallenen, unteren Partien der Lunge, so findet man als erstes Stadium im entzündlich infiltrirten Gewebe zerstreut einzelne kleine Bacillenhäufchen, die oft in unmittelbarer Nähe der Bronchiolen angeordnet sind und so den Process als einen peribronchitischen bezeichnen. Als zweites Stadium trifft man kleine necrotische Herde von homogenem Aussehen und schwacher Färbung, in deren Mitte nun häufig viel reichlichere Bakteriencolonien angeordnet sind. In vielen dieser Herde scheinen sie zu fehlen, und es muss angenommen werden, dass sie dann eben durch den Schnitt nicht getroffen worden sind. Diese necrotischen Partien sind meist von einer entzündlichen Infiltration scharf umgrenzt, die als Demarcationslinie das gesunde Gewebe von dem inficirten und necrotisirten trennt. An manchen Stellen ist jedoch dieser Entzündungswall nicht oder nur undeut-

lich ausgesprochen, und hier scheint der Process im Fortschreiten begriffen. Schliesslich wird nun das necrotisirte Gewebe erweicht und expectorirt, und die bacillenfreie Entzündungszone bleibt als Wand der Caverne zurück, während in dem von ihr abgesonderten Eiter, sowie in Resten necrotisirten Gewebes die Bacillen wuchern.

Was nun die Grösse der Bacillen anlangt, so ist dieselbe am geringsten, wo wir junge und in Entwicklung begriffene vor uns haben: in den kleinen Knötchen der Basilarmeningitis und der Miliartuberkulose, sowie in den jüngsten peribronchitischen Herden. Auch auf der Innenwand der Cavernen finden sich, wie gesagt, neben den grossen Formen stets kleine und kleinste. Dementsprechend sind nun in Sputis, welche grosse Mengen von Stäbchen enthalten, stets Körnchen und kleine Bacillen mit grossen und hypertrophischen gemischt. Die letzteren haben eine Länge von bis zu 6 und 8 μ, und zeigen meist eine Differenzirung in eine Reihe von verschieden intensiv gefärbten Körnchen. Da nun die grossen Formen sich in der Ueberzahl befinden, so ist die Durchschnittsgrösse hierbei nach zahlreichen Messungen eine etwas grössere als bei den spärlichen Stäbchen langsam sich entwickelnder Processe, die fast stets dieselbe Mittelgrösse zeigen.

Zum Schlusse möchte ich noch auf die grosse Aehnlichkeit hinweisen, welche zwischen den Microorganismen jener beiden chronischen Infectionskrankheiten, der Tuberkulose und der Lepra in so vieler, besonders auch in tinctorieller Hinsicht besteht. Beide zeigen dieselben Formen, dieselbe Sporenbildung und ähnliche gruppenförmige Anordnung. Beide finden sich häufig in Zellen eingelagert, die einen in Riesenzellen, die anderen in den Lepraelementen. Auffallend aber ist die Thatsache, dass bei der so exquisit chronischen Lepra die Bacillen sämmtliche Knoten und Infiltrate in enormer Massenhaftigkeit erfüllen, während sich bei der ungleich viel acuter und destruirender verlaufenden Tuberkulose stets nur spärliche Stäbchen in den befallenen Organen vorfinden.

Herr *Gerhardt* erklärt es für Pflicht derjenigen Anstalten, welchen das geeignete Krankenmaterial zur Verfügung stehe, die Frage der Tuberkelbacillen aufzunehmen. Wer allerdings die auf diesen Gegenstand bezüglichen Präparate von Koch gesehen habe, sei der Ueberzeugung, dass es sich hier um eine solide Untersuchung und zuverlässige Resultate handele. In den Untersuchungen des Herrn *Müller* habe eine Uebereinstimmung zwischen klinischer (physikalischer) und mikroskopischer Untersuchung bestanden. Die Auffindung von Bacillen sei daher in Fällen ungewisser physikalischer Diagnose: in frühen Stadien der Krank-

heit sowie da wo durch Compression von Lungentheilen die Schallverhältnisse geändert seien, wichtig; sie sei zuverlässiger als die elastischen Fasern, welche fehlen, aus syphilitischen Trachealgeschwüren und aus der Nahrung stammen können; sei also von diagnostischer und prognostischer Bedeutnng. Die Feststellung, dass im Pleuraexsudat keine Bacillen vorkommen, während sie im offenen Pneumothorax gefunden werden, sei neu und werfe Licht auf die Lebensbedingungen des Bacillus. — Auf die pathogenetische Seite der Frage, welche heutzutage Glaubenssache sei, wolle er nicht eingehen.

Herr *Michel* theilt mit, dass von dem Ophthalmologen *Gunn* Untersuchungen gemacht wurden, ob die Expirationsluft Bacterien mit sich führe, mit Rücksicht auf die Frage, ob hiedurch eine Infection von Operationswunden am Auge herbeigeführt werde. Die Versuche hatten ein negatives Ergebniss.

Herr *Müller* schliesst die Bemerkung an, dass ein Engländer *Rausome* in der Exspirationsluft Bacillen gefunden haben wolle, eine Angabe, die jedoch zu unbestimmt gemacht sei, als dass eine Kritik derselben möglich sei.

Neue Beweise für die Abstammung der Erze aus dem Nebengestein.

Von

F. SANDBERGER.[1])

Im Jahre 1879 schloss *v. Groddeck* seine „Lehre von den Lagerstätten der Erze“ mit folgenden Sätzen: „Ein besonderer Werth ist auf die chemischen Untersuchungen zu legen, die, von *G. Bischof* angebahnt, jetzt in so vielversprechender Weise von *F. Sandberger* aufgenommen sind. Es werden so viele Detailstudien in der Petrographie, Paläontologie etc. gemacht, warum nicht mehr auf diesem schwierigen Gebiete, dessen Bearbeitung einen so hohen wissenschaftlichen und praktischen Nutzen verspricht? Durch solche Detailstudien und richtige Verwerthung derselben zur Charakteristik der typischen Entwicklungsformen der Erzlagerstätten werden wir uns auf diesem Gebiete geologischer Wissenschaft immer mehr der Wahrheit nähern.“ Es war die erste Meinungsäusserung eines bewährten und vorurtheilsfreien Sachkenners über die Bedeutung von Studien, welche mich drei Jahre beschäftigt hatten und deren erste Resultate ich in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung 1877 S. 377—381 und 389 bis 392 mitgetheilt hatte. Allein das warme Interesse, welches der Director der Berg-Akademie zu Clausthal dem Gegenstande entgegengebracht hatte, fand in Freiberg keinen Wiederhall. Vielmehr wurden meine durchaus anspruchslosen Mittheilungen von dem dortigen Vertreter der Geologie in einem auf der Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft zu Baden-Baden am 26. September 1879 gehaltenen Vortrage einer sehr eingehenden Kritik[2]) unterzogen, welche jedoch nicht auf Ver-

[1]) Zur Ergänzung der am 27. Januar d. J. gemachten Mittheilungen über diesen Gegenstand.

[2]) Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1880 S. 18 ff.

suchen beruhende chemische Thatsachen, sondern nur theoretische Gegengründe der plutonistischen Schule ins Feld führte, die ich in einer Replik[1]) ausführlich widerlegte. Ueber diese Polemik hat *C. Vogt* in der Neuen Freien Presse vom 16. December 1880 ausführlich berichtet und mir den endlichen Sieg verheissen, was mich damals herzlich gefreut hat, da ich sein klares Urtheil sehr hoch anschlage. Aber weder diese Replik, noch das inzwischen erschienene erste Heft meiner „Untersuchungen über Erzgänge“, Wiesbaden, Kreidel 1882, hat Herrn Professor *Stelzner* zu überzeugen vermocht, wie noch aus seiner neuesten Auslassung über letzteres[2]) hervorgeht.

Indessen sind denn doch endlich in Freiberg Untersuchungen in den Gang gekommen, welche den meinigen analog die Glimmer der Freiberger Gneisse in grösserer Menge zu isoliren und mit besonderer Rücksicht auf die darin enthaltenen Elemente der Erze der Freiberger Gänge chemisch zu prüfen beabsichtigen. Damit wäre also auch dort der Weg eingeschlagen, welcher für das Erzgebirge allein zu einer Entscheidung zu führen geeignet ist. Ich kann das Resultat dieser Untersuchungen um so ruhiger erwarten, als ich bereits durch eigene Arbeit mit der Zusammensetzung von Freiberger Glimmern bekannt bin.[3])

So sehr ich bedauert habe, in einer so wichtigen Sache gerade in Freiberg auf Nichtverständniss zu stossen, so habe ich mich doch bald überzeugt, dass es sich dort nur um die Meinung eines Einzelnen handelt, die als Referat desselben in mehreren Zeitschriften wiederkehrt und welcher überdiess die entgegengesetzten Ansichten *F. v. Hauers*[4]) und so mancher anderer Autoritäten gegenüberstehen. Neben diesen schlage ich viele zustimmende Aeusserungen praktischer Bergleute ganz besonders hoch an.

Anders steht die Sache schon in Leipzig. Als ich vor drei Jahren in den schwarzen Glimmern des sog. Eibenstocker Granits, welche von allen früheren Beschreibern dieses Gesteins, *G. Rose*,[5]) *Naumann*, *H. Müller*, *Prölss* u. s. w. als „Magnesiaglimmer“ auf-

---

1) Berg- und Hüttenm. Ztg 1880 S. 329 ff.

2) Kritischer Vierteljahrsbericht über Berg- und Hüttenm. Litteratur I. Jahrg. Nr. 3/4. S. 7.

3) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1880 S. 391. Untersuchungen über Erzgänge. I. S. 25.

4) Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1882 S. 35.

5) Deutsche geol. Gesellsch. I. S. 362.

geführt worden waren, ächte Eisenlithionglimmer mit einem bemerkbaren Gehalte an Zinn, Wismuth, Uran und Arsen erkannt hatte,[1]) wurde diese Angabe von Hrn. Dr. *H. Schröder* im Interesse der k. sächsischen Landesanstalt im Laboratorium des Hrn. Professor *W. Knop* geprüft und durchaus bestätigt gefunden.[2]) Der Gehalt an Zinnsäure ergab sich dabei zu 0,22%, also annähernd doppelt so hoch, als der s. Z. von Dr. *Niemeyer* in meinem Laboratorium ermittelte des eisenärmeren Zinnwaldits. Bemerkenswerth ist ferner der hohe Fluorgehalt (über 4%) dieser Glimmer. Ausserdem gehört es auch zu den Eigenthümlichkeiten des Gesteins, dass in ihm zwei trikline Feldspathe vorkommen, von welchen der vorherrschende nahezu reiner Albit, der seltenere Oligoklas ist. Zugleich wurde auch die schon aus *H. Müller*'s[3]) schöner Abhandlung über das Erzrevier von Schneeberg bekannte Thatsache bestätigt, dass die Zinnerz führenden Gänge der Gegend von Schneeberg an diesen Granit gebunden sind. Ich nahm dann Veranlassung, die Fortsetzung dieses in Structur und Korn sehr veränderlichen, aber stets durch tiefbraunen Eisenlithionglimmer charakterisirten Granits nach Böhmen einschliesslich der Gegend von Karlsbad zu untersuchen. Das Resultat bestand darin, dass ich *Laube*[4]) vollkommen Recht geben muss, wenn er *Jokely*'s Zinngranit,[5]) *v. Hochstetter*'s Kreuzberg- und Karlsbader Granit[6]) nur als Varietäten eines und desselben Granittypus ansieht; der „Hirschensprunggranit“ ist aber auch nichts anderes. Auch *Laube* entging der Lithion- und natürlich auch der Zinngehalt in dem dunkeln Glimmer. Ersteren hat *Jokely* offenbar in solchen Graniten beobachtet,[7]) gibt ihn aber seltsamer Weise in dem weissen Glimmer des Granits an, der nach meinen Erfahrungen ächter Kaliglimmer ist. Ich vermuthe, dass *Jokely* einen schon durch Zersetzung entfärbten schwarzen Glimmer oder einen Zinnwaldit untersucht hat, der in Drusen dieser Granite als Neubildung auf-

[1]) N. Jahrb. f. Min. 1880. I. S. 257.

[2]) S. Erläuterungen zu den Sectionen Schneeberg und Eibenstock.

[3]) *v. Cotta*'s Gangstudien III. S. 65 ff. *Oppe*, das. II S. 133 ff.

[4]) Geologie des böhmischen Erzgebirges. Arch der naturw. Landesdurchforschung von Böhmen III. 2. Abth. 3. Heft S. 21.

[5]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. VIII. 1857 S. 7 ff.

[6]) Sitzungsber. d. k. Acad. der Wissensch. zu Wien, math.-naturw. Cl. XX, S. 18 ff.

[7]) a. a. O. S. 8.

tritt. Sämmtliche Zinnsteinvorkommen auf der böhmischen Seite des Erzgebirgs, Platten, Hengstererb u. s. w. gehören ebensowohl dem Lithionit-Granit an, als die auf der sächsischen. Dieses durch petrographische und chemische Untersuchung der Gesteine gewonnene Resultat wird, wie mir Hr. Dr. *F. Schalch* brieflich mittheilte, durch die neuesten Beobachtungen der Geologen der k. sächsischen Landesaufnahme durchaus bestätigt. Aber damit nicht genug. Die, man darf sagen, überraschende Uebereinstimmung zahlreicher, in grossen Stöcken auftretender Granite des Fichtelgebirges mit denen des Eibenstock-Karlsbader Gebietes forderte geradezu zu einer neuen Untersuchung der ersteren heraus. Auch bei diesen ist die Veränderlichkeit in Structur und Korn, mittelgrobkörnig (*Gümbel*'s Krystallgranit z. Th.), feinkörnig mit mehr oder weniger reichlich porphyrartig eingewachsenen trefflichen Orthoklaskrystallen, dann in Bezug auf den Gehalt an weissem Glimmer sehr gross. Die accessorischen Bestandtheile sind dieselben, wie in dem Eibenstocker Granit, häufig schwarzer, braun dsrchscheinender Turmalin[1]) (T. ferrosus Breith.), seltener Topas, welcher nur in dem grobkörnigen Gesteine des Rudolphsteins in grösserer Menge gefunden wurde. Auch hier hat wohl, wie im Erzgebirge, der Umstand von jeder Prüfung der Glimmer abgehalten, dass *G. Rose* in seiner oben erwähnten bekannten Abhandlung über den Granit[2]) die schwarzen Glimmer der Granite stets als „Magnesiaglimmer“ bezeichnet, wenn er auch bemerkt, dass es sehr wünschenswerth wäre, dass auch der braune Glimmer der Granite untersucht und mit dem grünen (d. h. grün durchscheinenden) genau verglichen würde. Speziell vom Fichtelgebirge führt er solche „Magnesiaglimmer“ enthaltende Granite vom Fichtelberge und von Marktleuthen auf, während an beiden Orten nur ächter schwarzbrauner Eisenlithionit vorkommt. In der That hat meine Untersuchung der Granite des Schneebergstockes,[3]) des Marktleuthner und Selber Stocks,[4]) dann der Waldstein- und Reuthberg-Gruppe[5]) ergeben, dass diese sämmtlich aus Lithionitgranit bestehen, welcher jünger ist, als der lithionfreien Glimmer führende Haupt-Hornblende-

---

1) Die untersuchten Proben enthielten weder Lithion noch Zinn.

2) Deutsche geol. Gesellsch. I. S. 356.

3) *Gümbel*, Geogn. Beschreibung d. Fichtelgebirges S. 362.

4) Ders. S. 364.

5) Ders. S. 366.

Granit von Redwitz.[1]) Die bis jetzt zur Untersuchung gelangten grobkörnigen Gesteine aus dem Kössein-Stock (Luisenburg), dann vom grossen und kleinen Kornberg[2]) enthielten dagegen keinen lithionreichen dunkelen Glimmer, diese scheinen vielmehr Kali-Eisenglimmer oder Haughtonite zu sein. Von Fichtelgebirger Ganggraniten führt nur ein einziger, ausserhalb des Gebietes jener Stöcke vorkommender, nämlich jener von Eulenlohe Lithionglimmer,[3]) es ist ein Lithionit-Pegmatit, welcher den bekannten von Penig, Utöen, Chesterfield, Haddam und Elba entspricht. „Der aufgelöste Granit enthält," wie sich *A. v. Humboldt*[4]) in einer Relation über die Erzführung des Gebirgs ausdrückt, „die Zinngeschiebe am ganzen morgendlichen Abhange des Fichtelgebirges von der hohen Farrenleithe bis an die Luxburg und Weissenstadt. Eben dieser Zinnstein, welcher ehemals im Granite eingesprengt (resp. auf Klüften oder Gängen ausgeschieden, *Sandberger*), aber durch Fluthen wieder weggerissen wurde, zeigt an der Aehnlichkeit seiner Formation mit dem Zinnwalder, Graupener und Altenberger (ich würde sagen Eibenstocker, *Sandberger*) genugsam den Zusammenhang des Fichtelgebirges mit dem böhmischen Erzgebirge." In der That besteht über diesen auch von anderer Seite her kein Zweifel mehr und *Gümbel* betont noch neuerdings ausdrücklich, dass die Längenausdehnung der den Cantralstock des Fichtelgebirges bildenden (Lithionit-)Granite „ganz im Allgemeinen von der Erzgebirgsrichtung beherrscht ist."[5]) Wen kann es wundern, wenn die Zinnsteinführung ebenso an diese Gesteine gebunden erscheint, wie an die des Eibenstock-Neudecker Stockes, ist doch der überall in genügender Menge vorkommende Lithionglimmer ganz der gleiche wie dort! Die Auslangungs-Theorie erklärt also auch hier in einfachster Weise den so lange räthselhaften Zusammenhang der Zinnsteinvorkommen mit gewissen Graniten des Fichtelgebirges.

Die vorstehenden Resultate mussten in mir den Wunsch

---

[1]) *Gümbel* a. a. O. S. 358.

[2]) Prophyrartige aus diesen Stöcken habe ich noch nicht erhalten, kann daher über sie nicht urtheilen.

[3]) *F. Sandberger* Sitzungsber. d. k. b. Acad. d. Wissensch. math.-naturw. Cl. 1871 S. 193.

[4]) Abgedruckt bei Gümbel a. a. O. S. 363. Anm. Leider fehlt die Angabe der Jahrzahl dieses Actenstücks.

[5]) *Gümbel* a. a. O. S. 357.

erregen, auch die französischen und englischen Granite in den Bereich meiner Untersuchungen ziehen zu können, in welchen oder in deren nächster Nachbarschaft Zinnerzgänge aufsetzen. Die Granite der Gegend von Vaulry (Haute Vienne) und Montebras (Creuse) wurden mir mit dankenswerthester Zuvorkommenheit von Herrn *E. Bertrand* in Paris mitgetheilt. Der erstere ist von grobkörnigen Eibenstocker und Fichtelgebirger Lithionit-Graniten in keiner Weise unterscheidbar, d. h. er enthält denselben dunkeln Lithionit und daneben einen lithionfreien Kaliglimmer (mica blanc) wie jene, der zweite dürfte in seinem dunkelen Glimmer wohl das Maximum von Lithion bergen, welches mir bisher in einem Glimmer begegnet ist, und daneben sehr viel Fluor. Beide Glimmer sind bisher in Frankreich, soweit ich nach der betreffenden Litteratur urtheilen kann, unbeachtet geblieben, während der fast farblose Lepidolith in dem an die betreffenden Granite anstossenden sog. Greisen längst als solcher erkannt wurde. Ob das feldspathfreie Lepidolith-Gestein von Vaulry und Montebras wie der ächte Greisen des Erzgebirges aus dem angrenzenden Lithionitgranit oder aus Pegmatiten, welche sich zwischen ihm und dem Gneisse einschieben, durch Zersetzung hervorgeht, wage ich für jetzt nicht zu entscheiden.[1]) Dass die Zinnerzführung in Central-Frankreich ebensowohl als im Erz- und Fichtelgebirge an einen ganz bestimmten Lithionit-Granit gebunden ist, unterliegt nach Obigem ohnehin keinem Zweifel mehr.

Für Cornwall gestaltet sich die Sache noch einfacher. Hier hatte man längst braune Lithionglimmer in den Graniten der Zinnerzregion von St. Just, St. Dennis u. s. w. aufgefunden, man hatte nur ihren später von mir entdeckten Gehalt an Zinnsäure u. s. w. übersehen. Was mir bisher als „Elvan“ zugegangen ist, stellt einen mehr oder minder feinkörnigen Granit mit schwarzem lithionreichem und weissem lithionfreiem Glimmer[2]) dar, welcher vielen feinkörnigen Gesteinen aus dem Eibenstock-Neudecker Zuge und namentlich auch Karlsba er Kreuzberg-

[1]) Für das ähnliche Gestein von Rozena ist ein Zusammenhang mit dem anstossenden Granite dadurch ausgeschlossen, dass weder der Glimmer (lichter Kaliglimmer) noch der schwarze Turmalin des letzteren Lithionreactionen gibt.

[2]) Merkwürdiger Weise gibt auch hier *Phillips* (Quart. Journ. geol. soc. of London XXXI. p. 331) Lithion nur im weissen Glimmer an, vermuthlich auch in einem ausgelaugten.

Graniten frappant ähnlich ist. Auch für Cornwall dürfte die Entdeckung des Zinnsäure-, Arsen-, Kupfer- und Urangehalts der Lithionglimmer die Frage nach der Herkunft der Gangausfüllungen in einfachster Weise lösen. *Phillips* hatte schon 1875[1]) die Möglichkeit der Entstehung derselben durch Lateral-Secretion hervorgehoben, indem er sagt: „The effects produced on the contents of veins by the nature of the enclosing rock and the frequent deposits of ore parallel with the line of the dip of the adjoining country would, howewer, lead to the conclusion, that lateral infiltration must have materially influenced the results.“ Dieser Auffassung schliesst sich *Collins* in dem neuesten Hefte des Mineralogical Magazine vol. V. p. 130 an. Wie sehr weit noch im Jahre 1875 die Ansichten über die Art der Ausfüllung der Cornwaller Erzgänge auseinandergingen, ersieht man aus der Discussion über den oben erwähnten Vortrag von *Phillips* in der Londoner geologischen Gesellschaft genügend. Nur beiläufig mag hier bemerkt werden, dass auch der interessante Granit der Mourne-Berge in Irland ein Lithionit-Granit ist, in dessen Bereiche ebenfalls Zinnstein vorkommt.

Das Resultat dieser Erörterung, welche, wenn auch nur die entscheidenden Thatsachen betonend, doch alle wichtigeren Zinnerzreviere Europa's berührt hat, ist nach zwei Richtungen hin interessant. Einmal zeigt es eine bisher ganz ungeahnte Verbreitung von Lithionit-Granit in Europa, welche sich fast sicher in anderen Welttheilen, namentlich in Ostindien, wiederholen wird, zweitens aber weist es nach, dass der Zinnsäuregehalt des Lithionits dieser Granite die Quelle des Zinnerzes ist, welches bei seiner stets von Flussspathbildung begleiteten Zersetzung auf Spalten, Klüftchen oder auch im ganz zerfallenen Gesteine selbst abgelagert wird. Die ausserhalb des Lithionit-Granits auftretenden Zinnerzvorkommen stehen an Zahl hinter den nachweisbar an ihn gebundenen weit zurück, sie sind noch Gegenstand meiner Studien, welche nebst den für das volle Verständniss des oben Mitgetheilten erforderlichen Details an einem anderen Orte zur Erörterung kommen sollen. Wenn der Zinnsäure- und Lithion-Gehalt von weiteren schwarzen Lithioniten bestimmt worden ist, so wird man den Zinngehalt eines Granits direct aus dem Lithion oder noch einfacher aus dem Eisengehalte

1) A. a. O. p. 342.

desselben berechnen können, falls derselbe von Turmalin und Kali-Glimmer frei ist.

Ungleich grossartiger als die hier vorgeführten eigenen, mit beschränkten Mitteln erlangten Beweise für die Auslaugungs-Theorie in Bezug auf die Zinnsteinlagerstätten gestalten sich die von Anderen mit den reichsten Hülfsmitteln gewonnenen auf dem Gebiete der gigantischen Gold und Silber führenden Erzablagerungen Nordamerikas.

Es mag hier in erster Linie das Resultat der neuesten Untersuchung der Nebengesteine des Comstock-Ganges in Nevada, des mächtigsten der Erde, in deutscher Uebertragung angeführt werden [1]. „Bekanntlich hat Professor *F. Sandberger* die Lateral-Secretions-Theorie der Erzlagerstätten sehr kräftig vertheidigt [2]. In der Absicht, die Wahrscheinlichkeit dieser Theorie in Bezug auf den Comstock zu prüfen, wurden die Gesteine des Districts unter Anwendung aller möglichen Vorsichtsmassregeln der hüttenmännischen Probe unterworfen [3]. Jene Felsarten, welche als edle Metalle führend befunden worden waren, wurden dann nach *Thoulet*'s Methode in ihre Bestandmineralien zerlegt und die edlen Metalle bis zu ihrer mineralischen Urquelle verfolgt. Die Resultate dieser Untersuchung liessen manche interessante Thatsachen wahrnehmen, unter welchen sich die folgenden befinden: 1) Der Diabas zeigt einen bemerkenswerthen Gehalt an edlen Metallen, von welchen der grösste Theil dem Augit angehört. 2) Der zersetzte Diabas enthält ungefähr halb so viel edle Metalle als der frische. 3) Die relativen Quantitäten von Gold und Silber entsprechen ziemlich gut der bekannten Zusammensetzung der güldischen Silberbarren des Comstock. 4) Die ganze bekannte Diabasmasse würde hinreichen, um noch weit mehr Edelmetall zu liefern, als bis jetzt aus den Gruben herausgenommen worden ist [4].

Der Comstock setzt also nicht in Propylit auf, der nach

---

[1]) A Summary of the geology of the Comstock-Lode by *G. F. Becker*. Extract from the annual report of the director of the U. S. geological survey Washington 1882. p. 309.

[2]) Berg- und Hüttenm. Zeitung 1880. S. 402 u. a. a. O.

[3]) Die Proben und Trennungen wurden von Herrn *J. S. Curtis*, U. S. Geologist ausgeführt, welcher als Probirer viele Erfahrungen gemacht hatte. Er beaufsichtigte auch die Herstellung einer besonderen Portion Bleiglätte zu diesem Zweck.

[4]) Das von 1859 bis 1882 von dem Comstock gewonnene hatte einen Werth von 315 Millionen Pfund = 6,426,000,000 Mark.

Becker in Nordamerika überhaupt nur irrthümlich angegeben wurde[1]), sondern im Diabas. Hiernach darf der Comstock nicht, wie bisher geschehen, mit Schemnitz und anderen ungarischen und siebenbürgischen Lagerstätten verglichen werden, sondern sein Analogon in Europa ist zunächst Andreasberg am Harze. Für den dortigen Diabas und speziell für dessen Augit erhielt ich bereits 1876 fast genau dasselbe Resultat, welches hier für den Comstock vorgeführt wird[2]). Es scheint auch, dass dieses in der neuesten Arbeit von *E. Kayser*[3]) über diese Gegend nicht unbeachtet geblieben ist, zum wenigsten wird für die Wahrscheinlichkeit der Abstammung der Gang-Ausfüllung aus dem Diabase ausser den jetzt erst genauer gewürdigten Lagerungsverhältnissen derselbe Grund, das Auftreten der Zeolithe, angeführt, welcher mich s. Z. veranlasste, Untersuchungen über den Augit des Diabases anzustellen, die einen hohen Metallgehalt desselben ergaben.

Die Erzlagerstätten von Leadville in Colorado[4]) sind zwar nur zum kleinsten Theile Gänge, sondern enorme lagerartige Anhäufungen von gold- und silberhaltigem Bleiglanze, welche sich innerhalb eines von zahlreichen Verwerfungen und einigen Porphyrgängen durchsetzten Terrains regelmässig an der Grenze von Kohlenkalk (Blue limestone) gegen die überlagernden Porphyrströme befinden. Aus den Untersuchungen von *S. F. Emmons*, welche ganz übereinstimmend mit den von mir[5]) geäusserten Vorschlägen mit möglichst wenig zersetzten und nicht aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Erzablagerungen entnommenen Gesteinen angestellt wurden, ergab sich, dass nur die eruptiven Gesteine die schweren und edlen Metalle enthalten, und dass sie sich besonders in einem Porphyre finden, dessen Glimmer sich schliesslich in Chlorit umwandelt und aus welchem sich Eisenkies in Menge ausscheidet[6]) dem pyritiferous porphyry. Die hüttenmännische Untersuchung von 11 Stücken dieses Por-

---

[1]) A. a. O. p. 298.

[2]) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1877. S. 390.

[3]) Das Spaltensystem am SW-Abfall des Brocken-Massivs, insbesondere in der Gegend von Andreasberg. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1882. S. 453.

[4]) *S. F. Emmons* Geology and Mining Industry of Leadville. Extract from the annual report of the U. S. geological survey. Washington 1882.

[5]) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1880. S. 403.

[6]) Vergleiche meine Bemerkungen über das Nebengestein der Gänge von Schemnitz. Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1880. S. 329.

phyrs ergab so reiche Metallgehalte, dass der Gesammtinhalt der anstehend sichtbaren Masse desselben an solchen von *Emmons* auf 250 Mill. Unzen Silber, 9 Mill. Tonnen Bleiglanz und 100 Mill. Tonnen Brauneisenstein veranschlagt wird. Die Kalksteine und die übrigen Sedimentärgesteine enthielten keine schweren und edlen Metalle, obwohl die Erzlagerstätten zuweilen in sie hineinreichen. Auch hier stellt sich also in eklatanter Art die Richtigkeit eines Satzes heraus, welchen ich s. Z. *Stelzner* gegenüber betonte, dass nämlich ein bedeutender Erzgehalt von Kalksteinen in den meisten Fällen aus Eruptivgesteinen infiltrirt ist[1]), welche sie bedecken, umhüllen oder durchbrechen.

Die hier aus Nordamerika berichteten Thatsachen haben aber bei mir noch einen anderen Gedanken wachgerufen, welchen ich gegenwärtig noch nicht vollständig ausführen, sondern nur andeuten will. Sind in einem zersetzten Nebengesteine von Erzlagerstätten schwere und edle Metalle als sog. Imprägnation, d. h. in grösserer Menge concentrirt gefunden worden, wie z. B. in der Nachbarschaft von Zinnerzgängen in Sachsen, Cornwall oder in solchen von Silbergängen, wie bei Wittichen, so hat man sie von jeher benutzt. Es kann aber auch der Fall eintreten, dass Primitiv-Silicate mit einem beträchtlicheren Gehalte an schweren und edlen Metallen entdeckt werden als 1 %, welcher ihnen nach meinen bisherigen Erfahrungen im Maximum zukommt, und dass solche in einem Gesteine vorherrschend auftreten. Dann wird wohl die weit vorgeschrittene chemische und hüttenmännische Technik auch die Mittel finden, solche auszubeuten. Sie würde dann ihren Erfolg ganz allein der Anregung zu verdanken haben welche durch meine Untersuchungen über die Quelle der edlen Metalle gegeben wurde. Ich glaube jetzt schon an eine solche Möglichkeit, an eine grosse nationalöconomische Tragweite der betreffenden Forschungen, die ja auch bereits in dem Schlusssatz meiner Replik an *Stelzner* von 1880[1]) betont ist und auch die volle Zustimmung *C. Vogt*'s u. A. gefunden hat.

Weitere Mittheilungen über diesen Gegenstand, für welche bereits ein sehr grosses Material vorliegt, behalte ich dem II. Hefte der „Untersuchungen über Erzgänge“ vor, welches nach Neujahr 1884 erscheinen soll.

Würzburg, den 7. Juli 1883.

---

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1880. S. 339.

1) Berg- u. Hüttenm. Zeitung 1880. S. 405.

Ueber die Hyaline

von

C. Fr. W. KRUKENBERG.

(Aus der chemisch-physiologischen Abtheilung des physiologischen Institutes der Universität Würzburg).

Als Hyaline bezeichne ich die, besonders aus den Gerüstsubstanzen von Wirbellosen, nicht aber aus denen der Wirbellosen allein, durch Behandlung mit verdünnter kalter Natron- oder Kalilauge aus **veritabelen Eiweisssubstanzen** unter Abgabe sämmtlichen Schwefels und meist auch unter theilweisem Verluste an Kohlenstoff entstandenen stickstoffhaltigen Körper, welche durch Säureeinwirkung mehr oder minder leicht in Glykose oder Glykosederivate umgewandelt werden, und von denen deshalb anzunehmen ist, dass sie ein oder mehrere Kohlehydratreste in organischer Verbindung enthalten. Stoffe dieser Art sind das Onuphin *Schmiedeberg*'s[1]) und der von *de Luca*[2]) für Cellulose gehaltene Körper in der Schlangenhaut; vielleicht wird denselben auch das Achrooglykogen *Landwehr*'s[3]) und manches Andere noch einzureihen sein. Als Uebergangsproducte von Eiweissstoffen

1) *Schmiedeberg, O.* Ueber die chemische Zusammensetzung der Wohnröhren von Onuphis tubicola. Mitth. a. d. zoolog. Station zu Neapel. Bd. III. 1882. S. 373—392.

2) *de Luca, S.* Sur la transformation en sucre de la peau des serpents. Compt. rend T. 57. 1863. p. 437—440. Vergleiche dazu: *Krukenberg*, Vergl. physiologische Studien. II. Reihe. II. Abth. 1882. S. 92.

3) *Landwehr, H. A.* Unters. über das Mucin von Helix pomatia und ein neues Kohlehydrat (Achrooglykogen) in der Weinbergsschnecke. Zeitschrift f. physiologische Chemie. Bd. IV. 1882. S. 74—77.

zu Hyalinen haben das von *Lücke*[1]) untersuchte Hyalin *Hoppe-Seyler's*[2]), welches die Hüllen der Echinococcen ausmacht, und das Spirographin[3]) besondere Namen empfangen.

Im Gegensatz zu *Lücke*, welcher ausdrücklich hervorhebt, dass der organische Bestandtheil der Mutterblasen der Echinococcen, wie *Frerichs* schon vor ihm richtig gezeigt habe, keine den Proteïnkörpern verwandte Substanz sei, sondern die meiste Aehnlichkeit mit dem Chitin besitze, constatirte ich, dass das Spirographin stickstoff- wie schwefelhaltig ist, beim Schmelzen mit Kali reichlich Indol entwickelt und auch die Eiweissreactionen, wennschon in unvollkommenem Maasse, gibt; ich hob dabei zugleich hervor, dass dasselbe beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure Glykose oder einen der Glykose verwandten Körper liefert, dass dieser sich schon bei längerem Kochen des Spirographins mit Wasser bildet. Diastase erwies sich dagegen unfähig, diese Transformation herbeizuführen.

Es lag mir damals ferner, die Gründe ausführlicher zu erörtern, welche mich bestimmten, die Auffassung von der physiologischen Einheit des Spirographins[4]) und von seiner chemischen insofern, als dasselbe kein einfaches Gemenge von einem Albuminoïd und einem Kohlehydratderivate ist, als die richtige aufzustellen. War es doch damals meine Aufgabe gewesen, dem wirren Treiben entgegenzuwirken, welches, wie es gerade einfiel, hier das Skelet aus Keratin oder Chitin, dort aus Glutin oder Albuminaten bestehen liess; denn ohne dass in dieser Richtung erfolgreiche Schritte gethan waren, liess sich an die vergleichend physiologische Verwerthung irgend einer intensiveren Arbeit doch wohl gar nicht denken! Kürzlich hat nun aber *Schmiedeberg* auf Grund seiner Untersuchungen der Wohnröhren von Onuphis tubicola die Ansicht geäussert, die von mir als Spirographin bezeichnete Substanz möchte sich aus einem albuminoïden und einem onuphin-

---

[1]) *Lücke, A.* Die Hüllen der Echinococcen und die Echinococcenflüssigkeit Arch. f. pathol. Anat. Bd. XIX. 1860. S. 189—196.

[2]) *Hoppe-Seyler, F.* Handbuch d. physiol.- u. pathol.-chemischen Analyse. 4. Aufl. Berlin 1875. S. 198.

[3]) *Krukenberg*, Zur Kenntniss der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Vergl. physiol. Studien. I. Reihe. V. Abth. 1881. S. 28—30 und II. Reihe. I. Abth. 1881. S. 57—58.

[4]) Cf. das in meinen Vgl. physiol. Studien. II. Reihe. I. Abth. auf S. 59 Gesagte.

ähnlichen Körper zusammensetzen. Dieser Interpretation meiner Befunde vermag ich mich jedoch keineswegs anzuschliessen.

Durch die Eingriffe mit Enzymen, mit Wasser oder verdünnten Säuren in der Kälte erfährt man über das Spirographin immer nur, dass es wie jede andere Stütz- oder Schutzsubstanz aus mehr oder weniger widerstandsfähigen oder, was damit in diesem Falle gleichbedeutend ist, aus älteren und jüngeren Theilen besteht. Behandelt man dasselbe dagegen mit siedendem Wasser oder mit verdünnten Alkalien, so erleidet es rasch Veränderungen, welche, je nachdem man die gekochte oder ungekochte Substanz mit kalter resp. warmer Lauge behandelt, je nachdem man den Auflösungsvorgang mechanisch beschleunigt oder langsam von Statten laufen lässt, zu einem oder zu mehreren, chemisch besser als die ursprüngliche Substanz charakterisirbaren Spaltungsprodukten führen. Dass es sich aber in allen diesen Fällen thatsächlich nur um Zersetzungsprodukte des Spirographins, nicht etwa um Stoffe handelt, welche sich in den Spirographisscheiden präformirt finden, lehren, ganz abgesehen davon, dass das Wasserabsorptionsvermögen der lediglich mit Wasser gekochten Röhren weit bedeutender als das der rohen ist, folgende Versuchsresultate zur Genüge.

I. a) Ueberführung des Spirographins durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Glykose:

1) 0.633 gr. aschefreier Substanz, entsprechend 0.725 gr. bei 110° C. stundenlang getrockneter, mechanisch wie durch Wasser und verdünnte Salzsäure kalt gereinigter Spirographisscheiden von 12.66% Aschegehalt, lieferten mit 60 Cbc. verdünnter Schwefelsäure (1 : 6) 6 Stunden lang gekocht, alsdann mit CO_3Ba neutralisirt, der Barytniederschlag mit Wasser wiederholt ausgekocht und die vereinigten Filtrate auf dem Wasserbade eingedampft 100 Cbc. Flüssigkeit, von welchen 15 Cbc. erforderlich waren, um 0.575 Cbc. der *Fehling*'schen Lösung zu desoxydiren. Die 0.633 gr. aschefreien Spirographins ergaben demnach 0.0192 gr. reducirende Substanz = 3.03% Traubenzucker.

2) 0.491 gr. desselben Präparates (nach Abzug der Asche), genau in der nämlichen Art behandelt, gaben 100 Cbc. Neutralisationsfiltrat, von welchen sich 15 Cbc. zur Desoxydation von 0.375 Cbc. *Fehling*'scher Lösung als aus-

reichend erwiesen. Die 0.491 gr. Spirographin lieferten hiernach 0.01317 gr. Traubenzucker = 2.68%.

I. b) Ueberführung des Spirographidins (identisch mit dem vermeintlichen onuphinähnlichen Bestandtheile der Spirographisröhren nach *Schmiedeberg*) in Traubenzucker unter den gleichen Verhältnissen.

0.726 gr., entsprechend 0.977 gr. nach Abzug von 0.251 gr. Asche, eines an anorganischen Substanzen ausnehmend reichen Präparates, welches bis zu eingetretener Gewichtsconstanz zuvor bei 105—110° C. getrocknet war, lieferten 100 Cbc. einer Zuckerlösung, von welcher 48 Cbc. 20 Cbc. frisch bereiteter *Knapp*'scher Lösung[1]), und von welcher 44 Cbc. 10 Cbc. der *Fehling*'schen Kupfersalzlösung reducirten. Aus der Bestimmung nach der *Knapp*'schen Methode berechnet sich die aus den 0.726 gr. aschefreier Substanz gebildete Zuckermenge auf 0.104 gr. = 14.33%, nach der *Fehling*'schen Methode auf 0.114 gr. = 15.7%.

Bei diesen Zersetzungsversuchen war ich vor allem darauf bedacht, durchgängig die gleichen Bedingungen (im Verhältniss der Säuremenge und in ihrer Concentration, wie in der Dauer und Gleichartigkeit der Erwärmung) obwalten zu lassen; denn dass ein variabler Schwefelsäuregehalt, eine verschiedene Behandlung der Hyaline vor dem Kochen mit der Säure und die Dauer der Säureeinwirkung auf die resultirende Zuckermenge von Einfluss sind, brauche ich nicht noch für das Spirographin durch Versuchsreihen speciell zu beweisen. Schon die zwischen 20 und 50% schwankenden Werthe, zu welchen *Lücke* in dieser Weise für das Hyalin der Echinococcusblasen gelangte, und deren Ursache ihm nicht unbekannt bleiben konnte, wären gewiss an sich geeignet gewesen, eine richtige Vorstellung von dem labilen chemischen Aufbau der Hyaline zu erwecken. Der nach *Schmiedeberg*'s Verfahren aus dem Spirographin dargestellte onuphinähn-

[1]) Da ich in den physiologisch-chemischen Handbüchern, speciell in denen, welche ausschliesslich die Harnanalyse behandeln, über den Gebrauch der *Knapp*'schen Lösung keine näheren Angaben finde, so muss ich bemerken, dass mit dieser nur dann richtige Resultate zu erzielen sind, wenn die Lösung frisch angefertigt wurde, und zur Indication starkes Schwefelammonium benutzt wird. — Wegen einer zu beträchtlichen Braunfärbung der Flüssigkeit liess sich bei diesen Versuchen die quantitative Zuckerbestimmung mittelst Polarisation nicht in Anwendung bringen, wohl aber auf diesem Wege das dextrogyre Verhalten des gebildeten Zuckerstoffes darthun.

liche Körper, das Spirographidin, aus welchem sich, wie die unten mitgetheilten Elementaranalysen lehren, *Schmiedeberg's* Ansicht zu Folge die Spirographisscheiden fast ausschliesslich zusammensetzen müssten, liefert, das zeigen meine Versuche, durch Schwefelsäure in ganz der nämlichen Weise wie das Spirographin zersetzt, mindestens das Fünffache von derjenigen Zuckermenge, welche aus diesem direkt zu gewinnen ist, und ich brauche wohl kaum weitläufiger auszuführen, dass dieses eine Unmöglichkeit sein würde, wenn *Schmiedeberg's* Auffassung keine irrthümliche wäre.

II.) Vollständige Umwandlung des Spirographins in Spirographidin ohne Hinterlassung oder Bildung eines albuminoïdartigen Körpers.

Behandelt man fernerhin die mechanisch, durch Wasser und achtprocentige Salzsäure kalt gereinigten und fein zerschnittenen Spirographisröhren mit kalter verdünnter Natronlauge, so bringt man es unter Umständen, die zwar erst noch näher zu erforschen sein werden, dahin, dass weder etwas von der organischen Substanz der Gehäuse ungelöst zurückbleibt, noch dass sich auch nur Spuren eines Körpers bilden, welchen *Schmiedeberg* gleich dem einen vermeintlichen Spirographincomponenten als Albuminoïd bezeichnet, und durch welchen er das in Kalilauge gelöste Spirographidin verunreinigt sein lässt. Um einerseits eine vollständige Zersetzung des Spirographins, anderseits seine vollkommene Umwandlung in die onuphinähnliche Substanz zu ermöglichen, kommt es mehr auf eine mechanische Beschleunigung des Auflösungsprocesses (theils indem die Röhrenstücke möglichst klein genommen werden, theils indem man dieselben mit der Lauge rasch zerreibt) als auf eine längere Einwirkungsdauer des Alkalis an. Es gelang mir so, binnen 30 Minuten die vollständige Umwandlung des Spirographins in Spirographidin zu bewirken.

Nachdem die Versuchsergebnisse Mittheilung gefunden haben, aus welchen mit Evidenz hervorgehen dürfte, dass das Spirographin kein Gemenge zweier leicht von einander zu trennender, chemisch scharf unterscheidbarer Dinge ist, lasse ich die Besprechung der Analysen folgen, welche einigen weitern Aufschluss über die chemische Zusammensetzung der Spirographisröhren bieten werden.

I. Das Spirographin.

Das Quellungsvermögen der Spirographisscheiden in destillirtem Wasser ist ein ausserordentlich grosses. Wie schon angedeutet wurde, steigert sich dasselbe noch erheblich mit zunehmender Temperatur.

I.) 2.7 gr. sorgfältig gereinigter und an der Luft getrockneter Röhrenstücke, welche einer bis zur Gewichtsconstanz bei 110° C. erwärmten Substanzmenge von 1.6 gr. entsprechen, imbibirten sich bei 20° C. in 24 Stunden mit 6 gr. Wasser, während eine gleiche Gewichtsmenge zuvor gekochter Stücke in derselben Zeit 14 gr. Wasser aufnahm.

Auf den Aschegehalt der Trockensubstanz übt eine vorherige Behandlung der Röhren mit kaltem oder warmem Wasser keinen nennenswerthen Einfluss aus.

II.) 7.5 gr. in Wasser von 65° C. gequollener, zuvor mechanisch gereinigter Röhrenstücke hinterliessen über Chlorcalcium und conc. Schwefelsäure mehrere Tage lang entwässert 1.7756 gr. Der Verlust betrug demnach 76.33 % Wasser. 1.6164 gr. der Trockensubstanz wurden fein pulverisirt und weiterhin bei 110° C. getrocknet. Das Gewicht reducirte sich auf 1.3641 gr. Verlust: 0.2523 gr. = 15.61 % Wasser.

III.) 0.3578 gr. nur kalt mit Wasser behandelter und bei 110° C. getrockneter reiner Röhren gaben nach dem Glühen 0.0452 gr. Asche = 12.66 %.

IV.) 0.3215 gr. derselben, gleichfalls bei 110° C. anhaltend getrockneten Substanz hinterliessen 0.0418 gr. Asche = 13.00 %.

V.) 0.4935 gr. fein pulverisirter Hüllen, welche zuvor kurze Zeit mit siedendem Wasser, kalter verdünnter Salzsäure und durch eine zweitägige Einwirkung von äusserst wirksamer Pepsinsalzsäure gereinigt und über Schwefelsäure getrocknet waren, verloren bei einer achtstündigen Erwärmung von 105—110° C. 0.035 gr. Wasser = 6.89 %. Diese lieferten nach dem Glühen 0.053 gr. Asche = 11.56 %.

Der Aschengehalt der wasserfreien Spirographishüllen stellt sich somit weit niedriger als der der analogen Gebilde von

Onuphis tubicola, bei welchen derselbe nach *Schmiedeberg* im Mittel 44.95 % beträgt. Ich erinnere zugleich daran, dass die Röhren von Protula intestinum nach früheren Untersuchungen von mir[1]) nur Spuren organischer Substanz enthalten und vorwiegend aus anorganischen Stoffen resp. Carbonaten bestehen.

Die für das Spirographin erhaltenen elementaranalytischen Werthe[2]) weichen, wie es nach dem Gesagten auch nicht anders sein kann, besonders in dem Kohlen- und Wasserstoffgehalt erheblich von einander ab, wenn die einzelnen Substanzproben zuvor bei verschiedenen Temperaturen und verschieden lange mit Wasser behandelt wurden. Von Spirographishüllen, welche mit Wasser und 8 %iger Salzsäure längere Zeit kalt ausgewaschen, darauf möglichst fein zerkleinert, 36 Stunden der Einwirkung von Pepsinsalzsäure bei 40° C. ausgesetzt und schliesslich pulverisirt, bei 110° C. bis zu eingetretener Gewichtsconstanz getrocknet waren, konnte aus Mangel an Material nur eine vollständige Elementaranalyse ausgeführt werden, welche zu folgenden Zahlen führte:

I.) 0.3063 gr. (= 0.3463 gr. nach Abzug von 0.0400 gr. Asche) lieferten 0.5182 gr. Kohlensäure = 0.1413 gr. Kohlenstoff = 46.12 % C und 0.2510 Wasser = 0.0279 gr. Wasserstoff = 9.11 % H.

II.) 0.2188 gr. (= 0.2510 gr. nach Abzug von 0.0322 gr. Asche) gaben 17.5 Cbc. Stickstoff bei 744 Mm. Barometerstand und 17° C. = 9.08 % N.[3])

---

1) Vergl. physiolog. Studien. I. Reihe. II. Abth. S. 82 u. V. Abth. S. 28 Anm. 1.

2) Bei der Ausführung der Elementaranalysen leistete mir Herr Dr. *Henry Wagner* aus San Francisco willkommene Hülfe.

3) Da durch *Bütschli*'s Untersuchungen (*Du Bois-Reymond*'s Archiv f. Anatomie. 1874. S. 364) festgestellt ist, dass die *Varrentrapp-Will*'sche Methode für das Chitin etwa 1 % N zu wenig anzeigt, so liess sich von vornherein erwarten, dass sowohl von *Lücke* für das Hyalin wie auch von *Schmiedeberg* für die Onuphinverbindung zu wenig N gefunden war. Denn beide Forscher hatten sich darauf beschränkt, den N nach der genannten Methode zu bestimmen. Ich habe deshalb den N-gehalt von Echinococcusblasen, welche mit Alkohol, Wasser und verdünnter Salzsäure kalt gereinigt, darauf fein pulverisirt bei 110° C. anhaltend getrocknet waren, nach dem *Schwarz*'schen Verfahren volumetrisch bestimmt.

Als Aschegehalt der so präparirten Blasen wurde gefunden 0.82 und 0.87 %; im Mittel 0.845 %.

4 Schwefelbestimmungen von demselben Präparate ergaben folgende Werthe:

III.) 0.5813 gr. (= 0.6573 gr. nach Abzug von 0.0760 gr. Asche) lieferten 0.3131 gr. CO_2-freies SO_4 Ba = 0.0429 gr. Schwefel = 7.38 % S.

IV.) 0.7265 gr. (= 0.8215 gr. nach Abzug von 0.0950 gr. Asche) gaben 0.3811 gr. CO_2-freies SO_4 Ba = 0.05234 gr. Schwefel = 7.24 % S.

V.) 0.2135 gr. (= 0.2414 gr. nach Abzug von 0.0279 gr. Asche) lieferten 0.1100 gr. CO_2-freies SO_4 Ba = 0.0151 gr. Schwefel = 7.08 % S.

VI.) 0.10595 gr. (= 0.1198 gr. nach Abzug von 0.01385 gr. Asche) lieferten 0.0606 gr. reines SO_4 Ba = 0.0083 gr. Schwefel = 7.85 % S.

Die Asche besteht zum überwiegenden Theile aus Mg-, Ca- und Na-Salzen; sie enthält mehr oder weniger Eisen, welches die stellenweise Rothfärbung der Röhren bedingt. Ausserdem fand sich darin viel Phosphorsäure und Schwefelsäure, nur Spuren von Chlor und Kieselsäure. Auf Säurezusatz entwickelt die Asche reichlich Schwefelwasserstoff und wechselnde, aber nur geringe Mengen von Kohlensäure.

II. Das Spirographidin.

Durch Behandlung mit 8%iger Salzsäure erfahren die Spirographishüllen keine tiefgreifendere Zersetzung; sie nehmen in der Säure einen weissen atlasartigen Glanz an, quellen nach der Säurebehandlung in Wasser aber kaum stärker auf als vor derselben. Schon beim Trocknen auf dem Wasserbade jedoch blättern an den mit Wasser durchtränkten Röhren die einzelnen Schichten von einander und verwandeln sich theilweise in eine schleimige Masse: dabei entsteht Zucker und geringe Mengen einer schwefelfreien, vielleicht einer dextrinoïden Substanz, welche keine Eiweissreactionen mehr gibt[1]) und durch wiederholtes Auf-

0.3025 gr. (= 0.3051 gr. nach Abzug von 0.0026 gr. Asche) gaben 18.5 Cbc. Stickstoff bei 750 Mm. Barometerstand und 14° C. = 7.09 % N.

Es kann hiernach nicht mehr fraglich sein, dass der N-gehalt für die Echinococcusblasen von *Lücke* zu niedrig gefunden wurde, und dasselbe wird voraussichtlich auch für *Schmiedeberg*'s Analyse der Onuphiuverbindung zu gelten haben.

[1]) Die wässrige Lösung des Spirographidins reagirt völlig neutral, wird nicht gefällt durch Metaphosphorsäure, Essigsäure + wenig Ferrocyankalium, Quecksilberchlorid, Kupfersulfat oder Gerbsäure, nur schwach getrübt durch sal-

lösen in Wasser und Fällen der concentrirten wässrigen Lösung durch Alkohol reiner zu erhalten ist. Ein stickstoffreicher, aber ebenfalls schwefelfreier Körper, das Spirographidin, wird in grösserer Menge gewonnen, wenn man die mit Salzsäure behandelten Röhrenstücke in verdünnter kalter Natronlauge löst, die Flüssigkeit durch irgend eine Säure neutralisirt, einen eventuell entstandenen und bleibenden Niederschlag abfiltrirt und alsdann aus dem Neutralisationsfiltrate das Spirographidin durch Alkohol niederschlägt. Beim Neutralisiren erfolgt eine lebhafte Schwefelwasserstoff- und Kohlensäureentwicklung.

Mit Alkohol kalt gefällt, lässt sich das Spirographidin sowohl durch Filtration wie durch Decantiren schlecht reinigen; leicht gelingt seine Abscheidung, wenn man nach dem Alkoholzusatze die Flüssigkeit auf dem Wasserbade erwärmt; alsdann scheidet sich das Spirographidin in zusammenhängenden Flocken aus, die auf einem Filter gut zu sammeln und mit verdünntem Alkohol leicht auszuwaschen sind. Oft ballen sich die Flocken selbst zu einer zähen käseartigen Masse zusammen, welche sich durch ein Mulltuch abseihen und auspressen lässt. Durch einen geeigneten Alkoholzusatz gelingt es so auffallend leicht, den Körper unvermengt mit dem Natronsalze abzuscheiden, was z. B., da derselbe nicht wenig diffusabel ist, auf dialytischem Wege nur unter bedeutendem Substanzverluste zu ermöglichen wäre.

Das Spirographidin hinterlässt durchgängig mehr Asche als seine Muttersubstanz, das Spirographin. Für 6 Proben verschiedener Bereitungen schwankte der Aschegehalt der bei 110° C. getrockneten Substanz zwischen folgenden Procentzahlen:

17.4, 18.4, 19.13, 20.18, 22.12 und 23.00.

Die Asche ist weit reicher an Natron als an Magnesia, von welchem sie bisweilen nur Spuren enthält; ihr Phosphorsäuregehalt ist ein bedeutender, auch wenn die alkalische Flüssigkeit durch Essigsäure oder Salzsäure neutralisirt wurde. Säuren entwickeln Kohlensäure, deren Gewicht 1% der Trockensubstanz

petersaures Silber; sie röthet sich weder nach dem Kochen mit dem *Millon*'schen Reagens oder mit concentrirter roher Salzsäure, noch nimmt sie mit Kupfersulfat und Natronlauge gekocht, eine violette Färbung an oder wirkt reducirend auf das Kupfersalz Pepsin, Trypsin und Diastase greifen das Spirographidin nicht an, aber schon beim Aufkochen mit verdünnten Säuren liefert es Glykose. Mit Jod nimmt das Spirographidin keine charakteristische Färbung an.

erreichen kann, und welche, durch eine genau gewogene Menge Salzsäure aus der Asche abgeschieden, bei den Kohlenstoffbestimmungen von mir jedesmal in Anrechnung gebracht wurde. Schwefelsäure fehlte in der Asche vollständig, und auf Säurezusatz entwickelte sich auch kein Schwefelwasserstoff.

Der Zersetzungspunct des Spirographidins ändert sich mit dem Gehalte der Verbindung an anorganischen Stoffen. Ein Präparat mit 17.4 % Aschegehalt begann sich bei 209° C. zu bräunen und zersetzte sich vollständiger bei 217° C; bei einem anderen mit etwa 20 % Asche begann die Zersetzung erst bei 216° C. und eine gleichmässige Verkohlung erfolgte bei 235° C.

I.) 0.7615 gr., durch tagelanges Stehen über Chlorcalcium entwässerter Substanz verloren beim Trocknen auf 100 — 110° C. im Luftbade noch 0.0145 gr. Wasser = 1.904 %.

II.) 0.3586 gr. (= 0.4395 gr. nach Abzug von 0.0809 gr. Asche) des, wie bei allen folgenden Analysen, bei 110° C. bis zu eingetretener Gewichtsconstanz getrockneten Spirographidins gaben 0.5494 gr. Kohlensäure = 41.78 % C und 0.232 gr. Wasser = 7.16 % H.

III.) 0.1798 gr. (= 0.2190 gr. nach Abzug von 0.0392 gr. Asche) lieferten 0.2743 gr. Kohlensäure = 41.60 % C und 0.1127 gr. Wasser = 6.94 % H.

IV.) 0.2081 gr. (= 0.2535 gr. nach Abzug von 0.0454 gr. Asche) gaben 19.0 Cbc. Stickstoff bei 741 Mm. Barometerstand und 16.5° C. = 12.22 % N.

V.) 0.2054 gr. (= 0.2349 gr. nach Abzug von 0.0295 gr. Asche) eines durch Spirographeïn verunreinigten Präparates gaben 22.4 Cbc. Stickstoff bei 755 Mm. Barometerstand und 22° C. = 12.27 % N.[1])

Hiernach erhält das Spirographidin die Formel: $C_{35} H_{70} N_9 O_{25}$.

	Gefunden:		Berechnet:
C_{35} =	41.78	41.60	41.33
H_{70} =	7.16	6.94	6.89
N_9 =	12.22	(12.27)	12.40
O_{25} =	(38.84)		39.38

[1]) Weil der Stickstoffgehalt des Spirographidins mit dem des Spirographeïns ziemlich genau übereinstimmt, wird diese Analyse für beide Substanzen als Controlbestimmung benutzt werden können.

III. Die Metallverbindungen des Spirographidins.

Mit Salzen mehrerer Schwermetalle wie mit Chlorbaryum geben Spirographidinlösungen Niederschläge, die sich auch in schwach sauren Flüssigkeiten nicht sofort wieder lösen. So entsteht durch Chromchlorid wie durch Zinnchlorid eine weisse, durch Eisenchlorid eine rothbraune Verbindung, während die Fällungen, welche eine Spirographidinlösung durch Chlorcalcium, Alaun oder Zinkchlorid erfährt, zu unvollständige sind, als dass von diesen Verbindungen leichter grössere Quantitäten zu gewinnen wären. Die Baryum- und Chromniederschläge sind die compactesten; sie senken sich rasch und vollständig zu Boden und lassen sich mit Wasser leicht auswaschen. Die Eisen- wie die Zinnverbindung, welche von mir allein in grösserer Menge dargestellt wurden, setzen sich dagegen meist schlecht ab und lösen sich bei längerer Berührung mit Wasser auch leicht wieder auf; erstere erwies sich selbst in verhältnissmässig stark salzsaurer Lösung als beständiger. Mit Leichtigkeit gelingt es jedoch die Präparate durch Auswaschen mit verdünntem Alkohol, der Zinnchlorid wie Eisenchlorid aufnimmt, von einem etwaigen Ueberschusse des Fällungsmittels zu reinigen.

Die Analyse stösst sowohl bei der Eisen- wie bei der Zinnverbindung auf grosse Schwierigkeiten. Nicht nur deshalb, weil bei beiden Präparate verschiedener, aber in möglichst gleicher Weise ausgeführter Bereitungen wechselnde Mengen von Wasser verlieren, die Zinnverbindung sich oft schon beim Trocknen über Chlorcalcium, wie eine erfolgende Röthung anzeigt, tiefgreifender zersetzt, die Eisenverbindung sich dagegen mit den Mitteln, über welche ich verfügte, gar nicht vollkommen veraschen lässt, sondern besonders auch deshalb, weil das Natron und auch Spuren von Magnesia, welche das nach unserer Darstellungsmethode gewonnene Spirographidin ständig enthält, durch die Schwermetalle nicht vollständig deplacirt werden. Nach *Schmiedeberg*'s Angaben scheinen beim Onuphin in dieser Beziehung weit günstigere Verhältnisse obzuwalten.

Meine Präparate waren sämmtlich in der Weise gewonnen, dass zu der wässrigen Lösung eines vollkommen schwefelfreien Spirographidins solange von der Metallsalzlösung (speciell von Eisenchlorid resp. Zinnchlorid) hinzugefügt wurde, bis die Fällung sich nicht mehr verstärkte, und ein geringer Ueberschuss

der Zusatzflüssigkeit in der überstehenden klaren Flüssigkeit nachweisbar blieb. Das Auswaschen der Niederschläge mit Alkohol wurde solange fortgesetzt, bis das Filtrat durch Rhodankalium nicht mehr geröthet wurde, resp. nach dem Ansäuern, Erwärmen und Sättigen mit Schwefelwasserstoff bei tagelanger Aufbewahrung kein gelbes Schwefelzinn absetzte.

Von der Mittheilung meiner Wasserbestimmungen, die überdies wenig Zuverlässiges bieten könnten, werde ich, da die erhaltenen Werthe zu schwankende waren, ganz Abstand nehmen, und bemerke nur noch, dass die Analysen der Eisenverbindung sich auf Präparate beziehen, welche anhaltend bei 110—120° C., in Betreff der Zinnverbindung auf die rein weisse Substanz welche über Chlorcalcium bis zu eingetretener Gewichtsconstanz, und ohne dass auch nur ein röthlicher Anflug an ihr bemerkbar wurde, getrocknet war.

A.) Eisenverbindung des Spirographidins. Rothbraune harte Masse.

I.) 0.3530 gr. liessen 0.2156 gr. = 61.06% unveraschbaren Rückstand, welcher mit Soda und Salpeter aufgeschlossen, durch Schwefelammonium als Eisensulfür gefällt, als solches in Eisenoxydhydrat übergeführt und schliesslich als Fe_2O_3 gewogen wurde. Es wurden erhalten 0.1864 gr. (= 52.52%) Eisenoxyd entsprechend 36.94% Fe.

II.) 0.5104 gr. desselben Präparates gaben 0.3148 gr. = 61.68% unveraschbaren Rückstand; also ziemlich den gleichen Procentsatz wie bei dem vorhergehenden Versuche. Weiterhin wie I behandelt, wurden gefunden 0.2730 gr. (= 53.45%) Eisenoxyd = 37.44% Fe.

B.) Zinnverbindung des Spirographidins. Weisse thonerdeartige Masse, welche ohne zu schmelzen oder zu sublimiren bereits bei einer Erwärmung auf 120° C. sich bräunt und gegen 125° C. stärker verkohlt.

I.) 0.5535 gr. lieferten nach dem Glühen 0.4310 gr. Asche = 77.8%; diese gab mit Kali aufgeschlossen, in Salzsäure gelöst, durch SH_2 gefällt 0.4162 gr. Zinnsulfid, entsprechend 0.2705 gr. Sn = 48.87%.

Bei einer zweiten Zinnbestimmung desselben Präparates, bei welcher ein nachweisbarer Substanzverlust stattfand, wurden 75.3% Asche und in dieser 45% Sn gefunden.

II.) 0.4213 gr. gaben 0.1064 gr. CO_2, = 6.89 % C und 0.0769 gr. Wasser = 2.03 % H.

III.) 0.7024 gr. gaben 0.1900 gr. CO_2 = 7.37 % C und 0.1466 gr. Wasser = 2.32 % H.

VI.) 0.2804 gr. lieferten 2.9 Cbc. Stickstoff bei 749.5 Mm. Barometerstand und 15° C. = 1.19 % N.

V.) 0.822 gr. lieferten 8.4 Cbc. Stickstoff bei 755 Mm. Barometerstand und 22° C. = 1.145 % N.

Die elementare Zusammensetzung der Zinnverbindung, in Procenten ausgedrückt, würde demnach die folgende sein

							Mittelwerth:
C	=	6.89	7 37	—	—	—	7.13
H	=	2.03	2.32	—	—	—	2.15
N	=	—	—	1.19	1.145	—	1.17
Sn	=	—	—	—	—	48.87	48.87
Anorganische Verunreinigungen	=				—	—	ca. 4.0
O	=	—	—	—	—	—	ca. 37.0

Ich will nicht versuchen, auf Grund dieser Befunde eine Formel für die Zinnverbindung des Spirographidins zu construiren, vorzugsweise deshalb nicht, weil ich weiss, dass dieselbe ausser Zinn auch andere anorganische Stoffe (vornehmlich Natron und Magnesia) in erheblicher Menge enthielt. Es ergibt sich aus diesen Bestimmungen aber jedenfalls soviel, dass die Verbindungen äusserst reich an Eisen bezw. an Zinn sind, von diesen Metallen weit mehr enthalten, als die mit Calciumphosphat und Eisenoxydphosphat von *Schmiedeberg* dargestellten Onuphinpräparate. Fernerhin folgt aber aus den Elementaranalysen der Zinnverbindung, dass bei Bildung dieser Substanz das ursprüngliche Spirographidin in Bezug auf seinen Kohlenstoffgehalt weit stickstoffärmer geworden ist, jedoch ohne so stickstoffarm zu werden, wie es von *Schmiedeberg* für das Onuphincalciumphosphat gefunden wurde. Sowohl der schwankende Stickstoffgehalt in alten und jungen Echinococcusblasen *(Lücke)* wie die geringe Menge in diesen Gebilden und im Onuphin *(Schmiedeberg)* gegenüber dem Spirographidin weisen gleichfalls darauf hin, dass ein grosser Theil des Stickstoffs in stickstoffreichen Hyalinen nur schwach gebunden ist und durch geringfügige Eingriffe abgespalten werden kann. Streng genommen liegt also in der sog. Zinnverbindung des Spirographidins ein anderartiges

organisches Radical als in der Substanz vor, welche ich anfangs mit dem Namen Spirographidin belegte.

Von besonderem Interesse musste es sein, die Zusammensetzung des Körpers kennen zu lernen, welcher resultirt, wenn das Zinn aus der Verbindung durch Schwefelwasserstoff entfernt wird; auf diesem Wege gelingt es nämlich, wenigstens einen Theil des organischen Radicales zinnfrei wieder zu gewinnen und aus der concentrirten wässrigen Auskochung des Rückstandes, welcher aus Zinnsulfid und unzersetzt gebliebener Substanz besteht, in derselben Weise durch Alkohol niederzuschlagen, als es oben vom Spirographidin beschrieben ist. Man erhält dabei ein mehr oder minder aschereiches Product; die anorganischen Bestandtheile sind vorzugsweise Natron und Magnesia; der Aschegehalt kann sich bis nahezu 50 % steigern. Da das Spirographidin, welches zur Darstellung der Zinnverbindung diente, nicht annähernd so aschereich gefunden wurde, so lässt sich dieser Umstand nur durch die Annahme erklären, dass der sich ausscheidende Körper die durch Schwefelwasserstoff nicht fällbaren Metalle, welche gleichsam nur Verunreinigungen der Zinnverbindung darstellten, mit sich riss, während ein anderer Theil der Zinnverbindung der Schwefelwasserstoffeinwirkung unzugängig blieb oder, ebenfalls entzinnt, ein organisches Spaltungsproduct lieferte, welches sich, wahrscheinlich wegen der Abwesenheit genügender Mengen anorganischer Stoffe, wesentlich anders als das Spirographidin verhält. Für diese Auffassung spricht besonders die geringe Ausbeute; mehrere Gramme der Zinnverbindung lieferten mir nur 0.2—0.3 gr. der zinnfreien spirographidinartigen Substanz.

Der aus der Zinnverbindung restituirte spirographidinähnliche Körper enthält, wie wohl alle Hyaline, Phosphorsäure, und seinen Zersetzungspunct fand ich je nach dem Aschegehalte zwischen 158 und 200° C. schwanken.

Die C- und H-Bestimmung eines sehr aschereichen Präparates führte zu folgenden Ergebnissen:

> 0.0684 gr. (= 0.1452 gr. nach Abzug von 0.0768 gr. = 47.11 % Asche) lieferten 0.1063 gr. Kohlensäure = 0.0290 gr. oder 42.69 % C und 0.065 gr. Wasser = 0.00722 gr. oder 10.56 % H.

Der Kohlenstoffgehalt variirt demnach nicht sehr von dem des Spirographidins, dagegen wurde ein weit höherer Procentsatz

an Wasserstoff gefunden. Die Stickstoffbestimmung verunglückte; der Zusammensetzung der Zinnverbindung entsprechend, dürfte sich der Stickstoffgehalt wohl nur auf 7.00 % belaufen.

Dass hier eine vom Spirographidin in ihrer elementaren Zusammensetzung abweichende Substanz vorliegt, verbürgt allein schon ihr meist ungewöhnlich grosser Aschereichthum.

VI. Das Spirographeïn.

Unter der Einwirkung von verdünnter Salzsäure und Natronlange entsteht aus dem Spirographin neben dem Spirographidin oft noch ein anderer abscheidbarer Körper, welcher nach *Schmiedeberg*'s Ansicht einen eiweissartigen Bestandtheil des Spirographins ausmacht. Wie aus dem bereits Mitgetheilten hervorgeht, und wie die Elementaranalyse dieses Körpers (sein geringer Kohlenstoff- und Schwefelgehalt gegenüber denen des Spirographins) nicht weniger schlagend nachweist, haben wir aber auch in ihm nur ein Zersetzungsproduct des Spirographins zu erblicken.

In mehreren Reactionen bewahrt diese Substanz, welche ich als Spirographeïn bezeichnen will, ihre Zusammengehörigkeit mit den Eiweissstoffen. Sie gibt sowohl die *Millon*'sche wie die Biuret-Reaction und erfährt, ebenso wie das Spirographin, unter der Einwirkung von Pepsinsalzsäure eine theilweise Zersetzung, indem daraus als nachweisbare Spaltungsproducte Hemialbumose und Peptone hervorgehen.

Sind in der Lauge grössere Mengen von Spirographeïn zugegen, so entsteht beim Neutralisiren ein beträchtlicher Niederschlag, der leicht abfiltrirt und durch Kochen mit Wasser von dem beigemengten Spirographidin grösstentheils befreit werden kann; vollständig lässt sich so das Spirographidin aus demselben nicht entfernen, vielleicht aber nur deshalb, weil das Spirographeïn beim Kochen mit Wasser allmälig in jenes oder in einen verwandten Körper übergeht. Anderseits gelingt es auch nur unter grossem Substanzverluste, aus dem Neutralisationsfiltrate ein spirographeïnfreies Spirographidin zu erhalten, wenn erstere Substanz sich bei dem Zersetzungsvorgange in reichlicherem Maasse bildete.

Es liegt mir selbstverständlich fern zu glauben, dass unter der Einwirkung der Natronlauge nur Ein neuer albuminoïder

Stoff als Zersetzungsproduct des Spirographins auftritt; zweifellos wird das Spirographin ganz successive weiter gespalten, und auch der von mir als Spirographidin bekannt gegebene Körper ist, wie sich durch die Untersuchung der Zinnverbindung herausstellte, noch nicht das Endglied in jener vermuthlich sehr umfangreichen Reihe von Substanzen, welche aus dem Spirographin hervorgehen und als Hyaline zusammengefasst wurden. Ueberall handelt es sich hier um mehr oder minder intact gebliebene Reste des ursprünglichen Spirographins oder um mehr oder weniger beständige Spaltungsproducte, welche, unter dem Einflusse des fixen Alkalis aus jenem entstanden, ebenso zersetzbar wie es selber sind.

Das Spirographeïn ist ein frühes, vielleicht aber kein ständiges Zersetzungsproduct[1]) des Spirographins, und sein Studium ist gerade desshalb für mich von Belang geworden, weil sich dabei herausstellte, dass dasselbe in seinem Asche-, Schwefel- und Kohlenstoffgehalte sehr erheblich vom Spirographin wie vom Spirographidin abweicht.

Zur Elementaranalyse diente mir ein Präparat, welches als Neutralisationsniederschlag erhalten und solange mit Wasser ausgekocht war, bis die gallertartige Beschaffenheit der Masse jede weitere Reinigung auf diesem Wege unmöglich machte. Die auf Glasplatten in einem abgeschlossenen Raume über Chlorcalcium getrocknete Substanz wurde fein pulverisirt und in diesem Zustande erst über Chlorcalcium, schliesslich über concentrirter Schwefelsäure tagelang aufbewahrt. In der nämlichen Weise wurden die Präparate vorbereitet, mit welchen die Wasserbestimmungen ausgeführt wurden.

I.) 0.651 gr. der Substanz verloren bei 100—120° C. 0.0355 gr. an Gewicht = 5.45% Wasser.

0.6045 gr. desselben Präparates hinterliessen 0.0115 gr. Asche = 1.902%.

II.) 0.7743 gr. eines anderen Präparates verloren bei 100—120° C. 0.0533 gr. an Gewicht = 6.88% Wasser.

0.7187 gr. desselben Präparates lieferten 0.0102 gr. Asche = 1.418%.

[1]) Ich habe zu wiederholten Malen vergebens versucht, Dasselbe zu erhalten.

III.) 1.0692 gr. des zur Elementaranalyse verwandten Präparates lieferten nach vorausgegangenem Trocknen bei 120° C. 0.0344 gr. Asche = 3.22 %.

IV.) 0.2594 gr. (= 0.2680 gr. nach Abzug von 0.0086 gr. Asche) gaben 0.2472 gr. Kohlensäure, entsprechend 0.0628 gr. Kohlenstoff = 24.21 % C und 0.1005 gr. Wasser, entsprechend 0.0111 gr. Wasserstoff = 4.24 % H.

V.) 0.2451 gr. (= 0.2533 gr. nach Abzug von 0.0082 gr. Asche) lieferten bei 741 Mm. Barometerstand und 16° C. 27.0 Cbc. Stickstoff = 12.51 % N.

VI.) 0.3965 gr. (= 0.4032 gr. nach Abzug von 0.0067 gr. Asche) eines ascheärmeren Präparates gaben 0.0766 gr. Baryumsulfat, entsprechend 0.00105 gr. Schwefel = 0.003 % S.

Die procentige Zusammensetzung des Spirographeïns wäre demnach die folgende:

C =	24.21	
H =	4.24	
N =	12.51	
S =	0.003	
O =	55.72	— 58.63
Asche =	1.41	— 3.22.

Eine einfache Formel lässt sich hiernach für das Spirographeïn nicht aufstellen.

Ganz anderer Art ist das Albuminoïd der Onuphisröhren, von welchem *Schmiedeberg* den C- und H-Gehalt bestimmte. Diese Substanz bleibt „nach längere Zeit fortgesetzter wiederholter Behandlung der Röhren mit Salzsäure und Kalilauge bei gewöhnlicher Temperatur in Form von Bruchstücken äusserst dünner Lamellen zurück, von welchen die Flüssigkeit durch Filtriren in der Regel nicht getrennt werden kann, weil das Filter und selbst ein feines Platindrahtnetz von diesen Lamellen sofort mit einer undurchlässigen Schicht gleichsam gepflastert wird". Wie schon der Kohlenstoffgehalt (45.35 %) dieses Albuminoïdes anzeigt, handelt es sich dabei hauptsächlich um resistenter gewordene Theile der ursprünglichen Substanz; wenigstens gilt das von den Spirographisscheiden, bei welchen nur Spuren eines derartig schwerer angreifbaren Restes beobachtet werden, und dessen Er-

scheinen bei dem Lösungsvorgange überhaupt kein constantes ist (cf. S. 5). Ich erwähne das, weil *Schmiedeberg* (l. c., S. 391) anzunehmen scheint, dass zwischen dieser albumoïden Substanz und dem Spirographeïn kein wesentlicher Unterschied besteht, was ich auf Grund der Ergebnisse der Elementaranalyse aber entschieden verneinen muss.

V. Zur Verbreitung der Hyaline.

Eine Substanz, die gleichfalls den Hyalinen zugezählt werden muss, gewinnt man nach genau demselben Verfahren, welches bei der Abscheidung und Reinigung des Onuphins wie Spirographidins erfolgreich eingeschlagen wurde, aus abgeworfenen Schlangenhäuten.[1]) Wie bereits *de Luca* erkannte, liefern dieselben beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure ebenfalls einen glykoseartigen Körper, dessen Entstehen von ihm jedoch irrthümlich auf einen Cellulosegehalt der Schlangenhaut bezogen wurde.

15 gr. derartiger, lufttrockener Häute lieferten mir nach 6-stündigem Kochen mit 150 Cbc. verdünnter Schwefelsäure (1:6) 100 Cbc. eines Neutralisationsfiltrates, von welchem 48 Cbc. 10 Cbc. *Fehling*'scher Lösung desoxydirten; die erhaltene Zuckermenge betrug demnach 0.05 gr. Nach eben stattgefundener Häutung findet man in den neu an die Oberfläche tretenden Hauttheilen von dem Hyaline nur Spuren vor. So lieferten mir z. B. 19 gr. Haut von einer Elaphis quadrilineatus, welche

---

[1]) Folgender Satz in *Kuhne*'s Lehrbuch der physiologischen Chemie (S. 424): „Der merkwürdige Umstand, dass die Epidermis der Neger farblos, wie die unsrige ist, während nur das Rete Malpighi Färbung aufweist, muss entweder zu der Vermuthung führen, dass das Pigment während des Vermehrungsprocesses zersetzt werde, oder zu der Annahme, dass in der Nähe der Papillen ein Lager, eine Matrix von Zellen existirt, die ihren Ort nicht wechselt, sondern stets als Grundstock zurückbleibend durch das ganze Leben hindurch neue Zellengenerationen gebiert und an die Oberfläche sendet", — veranlasst mich zu erwähnen, dass auch die abgeworfene Schlangenoberhaut nur bei einigen (z. B. bei verschiedenen Python-Species) der selbst intensiv dunkel, fast schwarz gefärbten Arten und dabei nur stellenweise wenig fuscinartiges Pigment enthält; bei dem Häutungsvorgange keiner einzigen Species war aber bislang eine Abgabe von Guanin, welches in den tieferen Hautschichten der Schlangen mit wenigen seltenen Ausnahmen ganz allgemein verbreitet ist, zu constatiren.

kurz zuvor ihr altes Gewand abgelegt hatte, nach 6-stündigem Kochen mit 150 Cbc. verdünnter Schwefelsäure (1:6) nur eben nachweisbare Mengen eines reducirenden Körpers. Man wird demnach kaum irren, wenn man annimmt, dass das Hyalin erst dann in der Schlangenhaut auftritt, wenn der Häutungsprocess sich vorbereitet, und dass dieser überhaupt nur durch die Hyalinbildung ermöglicht wird.

Der Hyalingehalt einer solchen abgeworfenen Oberhaut ist kein geringer; 70 gr. derselben lieferten mir 0.2—0.3 gr. der Substanz; so viel sich an dem unzureichenden Materiale feststellen liess, gleicht diese in ihren Eigenschaften dem Spirographidin. Nach mehrmaligem Auflösen in Wasser und Fällen der concentrirten Lösung mit Alkohol wird die Substanz als ein blendend weisses Pulver erhalten, welches weder Eiweiss- (Biuret-, *Millon*'sche und Xanthoproteïnprobe) noch Zuckerreactionen zeigt und durch Jod keine charakteristische Färbung annimmt.

Das von mir dargestellte Präparat hinterliess, nachdem es zuvor bei 120° C. andauernd getrocknet war, 15.91 % Asche und einer nicht ganz zum Abschlusse gebrachten volumetrischen Analyse zur Folge, enthielt dasselbe mindestens 5 % Stickstoff; Schwefel war darin nicht nachzuweisen. Bei 222° C. begann sich das Präparat zu bräunen, verkohlte vollständiger aber erst bei 240—250° C.

Auch aus den Schlangenhäuten erhält man neben dem Hyaline einen dem Spirographeïn nicht unähnlichen albuminoïden Körper.

Anfangs hegte ich die Vermuthung, es möchten die sog. albuminoïden, keratin- und mucinartigen Substanzen sein, aus welchen die Hyaline intra vitam hervorgehen, und aus denen sie durch Behandeln mit Säuren und Alkalien zu gewinnen seien. Ich unterwarf deshalb grosse Quantitäten von Schildpatt, Kuhhorn, Hirschgeweihen, Fischbein, Rocheneierschalen, Krebspanzern und von menschlichen Haaren einer diesbezüglichen Untersuchung; aber aus keinem dieser Gebilde waren nachweisbare Mengen eines hyalinartigen Körpers zu gewinnen. Auch das Mucin der Weinbergsschnecken geht nicht in einen solchen über, obgleich es mir allerdings sehr wahrscheinlich geworden ist, dass das nur zeitweise in grösserer Quantität aus den Schnecken zu gewinnende Achroodextrin *Landwehr*'s den Hyalinen zuzurechnen sein wird.

Es bleiben als die eigentlichen Muttersubstanzen der Hyaline allein die veritabelen Eiweissstoffe übrig, und darauf, dass jene aus diesen, sei es unter physiologischen, sei es nur unter pathologischen Zuständen, häufig hervorgehen, weist schon jetzt Manches hin. Wenn schon aus wenigen Organen und nur bei vereinzelten Thierspecies in grösseren Quantitäten abscheidbar, kommt den Hyalinen doch eine weite Verbreitung im Thierreiche zu, und nicht selten werden sie bei den Stoffwechselvorgängen aus Eiweissköpern gebildet. Bald werden unter noch näher zu präcisirenden Bedingungen, vielleicht unter der Mitwirkung von Enzymen oder nur durch Fermente, aus Eiweisskörpern direct Glykose oder andere Kohlehydrate abgespalten, bald treten dabei als Verbindungsglieder beider Gruppen die Hyaline auf.

Die Phonolithe des Hegau's

mit besonderer Berücksichtigung

ihrer chemischen Constitution.

Von

G. FR. FÖHR

aus Stuttgart.

Bei der chemischen Untersuchung von Phonolithen auf seltenere Elemente wurde ich auf die interessanten Gesteine des Hegau's aufmerksam. So oft dieses classische Vorkommen auch schon geognostisch untersucht und beschrieben wurde, so ist es doch mit einziger Ausnahme des Hohentwiels, nie einer eingehenderen chemischen Analyse unterworfen worden.

Da sich bei letzterer manche interessante Daten erwarten liessen, so beschäftigte ich mich seit Frühjahr 1881 mit diesen Gesteinen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in folgenden Zeilen niedergelegt.

Ueber die geognostischen Verhältnisse der Hegauer Phonolithe ist nur wenig vorauszuschicken, da dieselben bereits durch *Fischer*[1]), *v. Fritsch*[2]), *Fraas*[3]), *Schalch*[4]), *Vogelsang*[5]) u. a. eingehender behandelt worden sind.

Im Norden des hier den Bodensee verlassenden Rheines erstreckt sich eine weite Bucht, die im Westen und Norden von der schwäbischen Jurakette eingeschlossen wird. Dieses schöne und reiche Gebiet, welches im Osten und Südosten in der Stockach und dem Ober- und Zeller See seine natürliche Begrenzung findet, heisst das Hegau. Im Süden wird es vom Rheine bis zu seinem

1) Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. II. 1862. Nr. 26 u. 27.

2) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1865 S. 651 ff.

3) Erläuterungen zum Blatt Hohentwiel der geolog. Karte von Württemberg.

4) Verhandl. der schweiz. naturf. Gesellsch. zu Schaffhausen. 1873. S. 287 ff.

5) Ueber die natürlichen Ultramarin-Verbindungen. Bonn 1874 S. 25 ff.

Knie bei Schaffhausen abgeschlossen. Die ganze Bucht erscheint wie eine einzige gewaltige Versenkung des schwäbischen Jurazuges.

Aus der durch miocäne Schichten und vulkanische Tufflager flachwellig profilirten Thalsohle erheben sich mehrere Ketten der imposantesten Basalt- und Phonolithkegel.

Beide Gesteine treten, wie an so vielen anderen Fundorten, eng mit einander verbunden auf. Dabei scheint der Phonolith auch hier, wie öfter, das jüngere zu sein.

Fast alle bedeutenderen Kegel sind auf parallelen Ausbruchsspalten angeordnet, die von Nord nach Süd streichen. Den Mittelpunkt der vulkanischen Thätigkeit bildete zweifelsohne die fast 20 Kilometer lange Eruptionsspalte, welche sich in der Richtung von Riedheim gegen Welschingen zu erstreckt (NS). Auf ihr liegen die vier Basaltkuppen: Pfaffwiesen, Hohenstoffeln, Hohenheven (848 m die höchste Erhebung des ganzen Hegaus), Hevenegg. Oestlich und westlich von dieser Hauptspalte und parallel mit ihr ist je noch eine Ausbruchsspalte nachzuweisen.

Diese Basaltkegelreihen gehören der Osthälfte des Hegau's an. Westlich von ihnen liegen die zwei, ebenfalls in nordsüdlicher Richtung streichenden Ausbruchsspalten der Phonolithberge: Rosenegg, Hohentwiel, Hohenkrähen ist die westlichste Reihe, mit ihr parallel streicht die Spalte, auf der die Zwillingskuppen Gennersbohl-Staufen und Mägdeberg-Schwintel liegen. Nach Süden verlängert trifft diese Linie auf den Phonolithtuffhügel von Schoren (Katzenthal).

Die Phonolithberge sind zum Theil mit einem Mantel von vulkanischen Tuffen umgeben, aus dem sie durch Erosion mehr oder minder entblösst wurden. Der Tuff ist zweifelsohne die ehemalige vulkanische Asche der Eruptionskegel. Es ist anzunehmen, dass auch in den Tuffhügeln Rosenegg und Schoren ein Phonolithkern verborgen liegt, der durch Erosion noch nicht freigelegt wurde. Für diese Annahme spricht vor Allem das Vorkommen des Phonoliths am Gennersbohl, wo derselbe, ganz von Tuffmassen verdeckt, seine Auffindung nur einer künstlichen Entblössung bei Anlage einer Strasse verdankt.

Im Ganzen findet sich der Phonolith im Hegau an folgenden sechs Punkten anstehend: Hohentwiel, Hohenkrähen, Gennersbohl, Staufen, Schwintel und Mägdeberg.

Die Gesteine von allen diesen Fundorten unterscheiden sich schon auf den ersten Blick von einander. Sie sollen im Folgenden näher untersucht und beschrieben werden, da mit einziger Ausnahme des Hohentwiels[1]) eine chemische Charakteristik der Hegau-Phonolithe nicht vorliegt.

Der bekannteste von allen diesen Bergen ist der

Hohentwiel,

welcher sich als höchste Kuppe unter den Phonolithen des Hegaus 692 m ü. d. M. erhebt. Auf der Ost-, Nord- und Südseite ist sein Fuss in einem vorgelagerten Hügel von Phonolithschutt versteckt. Im Westen erhebt sich das Massiv des Berges etwa 120 m hoch aus einem Tuffhügel, der sich weiter gegen Süden verbreitert. Der Berg selbst ist von glockenförmiger Gestalt und fällt nach drei Seiten steil ab, namentlich wird seine südliche und östliche Parthie von unersteiglichen, fast senkrechten Felswänden begrenzt. Der ganze Berg war jedenfalls ursprünglich in einen Tuffmantel eingehüllt, der nun an der Ostseite gegen das Städtchen Singen zu, durch Erosion fortgeführt erscheint.

Die ganze Gesteinsmasse ist durch zahlreiche, im Nordwesten des Berges gewöhnlich mit Natrolith gefüllte, Klüfte, zerspalten, die sich zwar nach allen Richtungen hinziehen, im Grossen und Ganzen aber radial nach dem Centrum des Berges hinzuweisen scheinen. Diese Erscheinung, sowie das Auftreten von schalenförmigen Absonderungen sind vielleicht bei dem Erstarrungsprocess des feuerflüssigen Magmas entstanden.

Das Gestein zeigt frisch eine schwarzgraue bis schwärzlichblaue Farbe, welche durch die Verwitterung nach und nach lichter wird. Sie geht allmählig durch lichtgrau in rehbraun über. Diese letztere Farbe zeigt gewöhnlich das Gestein in der Nähe der Natrolithspalten. Die ganze Farbenwandlung hängt hauptsächlich mit der Zersetzung des Hauyn's zusammen, welcher durch seine blauen oder grünen Varietäten den bläulich- bis grünlichschwarzen Farbenton des ganzen Gesteines im frischen Zustande bedingt. Seine leichte Angreifbarkeit durch die Atmosphärilien und die auf Haarspalten circulirenden kohlensäurehaltigen Wässer, welche

---

[1]) *Jacob Bernath*, Beitrag zur Kenntniss des Noseanphonoliths vom Hohentwiel i. Hegau. Inaug.-Dissert. Bern 1877.

ihn mehr oder minder vollständig zu Natrolith und einem Steinmark ähnlichen Mineral zersetzen, ist die Ursache der oben beschriebenen Farbenveränderung. Uebrigens werden auch andere Gemengtheile des Phonoliths, wie z. B. Nephelin in Natrolith umgesetzt.

Das Hohentwieler Gestein ist in frischem Zustande von flach splittrigem Bruche, an einzelnen Handstücken lässt sich deutlich schiefrige Structur erkennen. Vor dem Löthrohre schmilzt es ziemlich schwierig zur trüben emailartigen Glasperle, im Kölbchen gibt es Wasser ab, das manchmal auf Fernambukpapier bleichend einwirkt (Fluor).

In einer anscheinend dichten an den Kanten durchscheinenden Grundmasse liegen bei dem frischen Gestein einzelne wasserbelle Lamellen von Sanidin eingebettet und neben ihnen häufiger graublaue, lichtblaue bis dunkelblaue und grüne Hauyne, oft mehrere Millimeter gross. Neben ihnen treten die schmalen oft centimeterlangen Krystallnädelchen von schwarzer Hornblende ganz zurück. Dass das betreffende Mineral wirklich Hornblende ist, dafür spricht die hie und da zu beobachtende Spaltbarkeit. Merkwürdiger Weise sind die Krystalle unter dem Mikroscop kaum merklich pleochroitisch. Neben diesen Hornblenden scheinen auch eingesprengte Augitindividuen, wenn auch untergeordnet, vorzukommen. Für Augit spricht ausser dem stark entwickelten muschligen Bruch der Mangel vollkommener Spaltbarkeit, sowie die mehr gelbgrüne Farbe u. d. M. Doch zeigen sich solche Krystalle oft stark pleochroitisch, im Gegensatz zu den oben erwähnten Hornblenden. Seltener sind Einsprenglinge von gelbem Titanit.

Unter dem Mikroscop zeigt sich eine feinkörnige Grundmasse, in der Sanidin, Hauyn, Hornblende und Augit porphyrisch eingewachsen sind. Die Sanidine sind meist einfache Krystalle, ausser den Zwillingen nach dem Karlsbader Gesetze finden sich noch ganz vereinzelt solche nach dem Bavenoer. Die grösseren Sanidine sind meist sehr reich an Einschlüssen (Apatit, Nephelin, einmal auch Titanit beobachtet). Nächst dem Sanidin gehört der Hauyn zu den hervorragend betheiligten porphyrischen Interpositionen. Er ist — wenn frisch — meist schön blau oder grün gefärbt und zeigt die bekannten Structurverhältnisse. Nach der Sauer'schen Methode mit Salzsäure behandelt liefert er zahlreiche Gypskryställchen, ein Beweis seines hohen Kalkgehaltes. Der

Hauyn ist vorwiegerd in grösseren Krystallen vorhanden und nimmt nur untergeordnet an der Grundmasse theil.

Als dritter characteristischer porphyrisch ausgebildeter Gemengtheil treten die Hornblende und der Augit auf, die gerade hier sehr schwer zu trennen sind, da — wie schon *Rosenbusch* [1]) angibt — in ganz abnormer Weise die Hornblenden vorwiegend saftgrün und wenig pleochroitisch, die Augite mehr gelbgrün bis bräunlich und sehr stark pleochroitisch sind. Doch sprechen in sehr vielen Querschnitten die scharf gezeichneten gerade verlaufenden Spalten und Risse für Hornblende und anderseits die undeutlichen Spaltungslinien für Augite.

Die Grundmasse ist vorwiegend aus Sanidin, Nephelin und Augit (Hornblende?) zusammengesetzt. Ziemlich häufig ist auch der Magnetit, dagegen kommt Titanit nur sporadisch vor.

Manche frische Gesteinsvarietäten geben bei hundertmaliger Vergrösserung mit ihrer hellbräunlichen Grundmasse, auf der sich die wasserhellen Sanidine, die lebhaft grünen oft strauch- und blumenkohlartigen Hornblenden neben den meist dunkleren Augiten und den tief grünen und dunkelblauen Hauynen in scharfen Conturen abheben, ein prächtiges Bild [2]).

Das spec. Gewicht des frischen Gesteines beträgt 2,513 (nach *J. Bernath* 2,54), seine Härte ca. 6. In Folge der Verwitterung fällt das spec. Gewicht auf 2,41, die Härte auf ca. 5.

Sämmtliche Hegauer Phonolithe zeichnen sich durch ihr verhältnissmässig geringes spec. Gewicht aus, die Zahlen sind sämmtlich niedriger, als der von *J. Roth* für die Phonolithe angenommene Minimalwerth 2,56. Dieses Verhalten erklärt sich vielleicht aus dem Reichthum der Gesteine an Hauyn (spec. Gew. 2,2—2,3), jedenfalls vermindert auch der gewöhnlich ziemlich hohe Wassergehalt das Eigengewicht des Gesteines.

Im Folgenden ist eine Analyse des Hohentwieler Phonolithes mitgetheilt, die recht gut mit der von *J. Bernath*, weniger gut aber mit den von *Pennema*, *Hooze* und *De Jongh* [3]) ausgeführten übereinstimmt.

---

[1]) Mikroscopische Physiographie II. S. 222.

[2]) S. *Vogelsang* a. a. O. Taf. III.

[3]) S. *Vogelsang* a. a. O. S. 27 u. 29. Die Analysen sind offenbar mit stärker verwittertem Materiale angestellt; die Alkalibestimmungen dürften unrichtig sein.

Phonolith vom Hohentwiel.

	a. *Föhr* Lösl. 54,8, Unlös. 45,2	b. *Bernath* Lösl. 55,9, Unl. 44,1	c. *Pennema* Lösl. u. Unl. nicht best.	d. *Hooze* Lösl. u. Unl. nicht best.	e. *deJongh* Lösl. 60,42, Unl. 39,58
SiO_2	55,01	55,214	54,04	55,83	51,79
Al_2O_3 . . .	21,67	21,782	22,49	21,25	21,36
TiO_2, ZrO_2 .	0,27	nicht best.	nicht best.	nicht best	nicht best.
Ce_2O_3, Y_2O_3 .	Spur	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
Cu (Pb, Sn, Sb, As)	0,12	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
Mn (Ni Zn) O .	0,22	desgl.	0,60	0,64	desgl.
Fe_2O_3 . . .	1,95	2,061	2,34	2,37	2,36
FeO	1,86	2,006			
CaO	2,12	2,097	1,75	0,86	2,58
MgO	0,13	0,127	0,11	0,13	0,25
Na_2O	9,78	10,637	8,87	10,03	9,10
K_2O	3,54	3,475	6,98	6,60	7,47
Li_2O	Spur	nicht best.	nicht best.	nicht best.	nicht best.
Cl	0,08	0,074	Spur	0,39	Spur
Fl	Spur	nicht best.	nicht best.	nicht best.	nicht best.
SO_3	0,41	0,456	0,62	0,85	0,96
P_2O_5	0,08	nicht best.	nicht best.	nicht best.	nicht best.
H_2O	2,17	2,069	2,47	2,26	4,31
	99,41	99,998	100,27	101,21	101,18

Die Sauerstoffmenge beträgt von

Eisenoxydul, Kalkerde, Magnesia, Natron, Kali	4,25
Eisenoxyd, Thonerde	10,71
Kieselsäure, Titansäure	29,42

somit der Sauerstoffquotient $\frac{4,25 + 10,71}{29,42} = 0,509$

J. Bernath hat in der citirten Arbeit noch eine Analyse von verwittertem Gestein veröffentlicht, die wir der Vollständigkeit halber hier mittheilen.

Die Sauerstoffmengen betragen bei:

Eisenoxydul, Kalkerde, Magnesia, Natron, Kali	4,20
Eisenoxyd, Thonerde	10,05
Kieselsäure	29,78

somit der Sauerstoffquotient $\frac{4,20 + 10,05}{29,78} = 0,479$

In Säure unlöslich 61 %.

Hellfarbiger Phonolith, verwittert.

$Si\,O_2$	55,54
$Al_2\,O_3$	19,87
$Fe_2\,O_3$	2 58
$Fe\,O$	1,55
$Mg\,O$	1,81
$Na_2\,O$	8,06
$K_2\,O$	6,23
$H_2\,O$	3,87
CO_2	Spur
	99,81

Das Material zu dieser Analyse stammt vom Nordfusse des Berges, hinter dem sogenannten „Soldatenkirchhof“ und zwar aus der unmittelbaren Nähe der dort vorkommenden gelben Natrolithadern. Von derselben Stelle rührt das Material einer älteren Analyse von *Chr. G. Gmelin* her. Der lösliche Theil ist nach ihm zusammengesetzt aus:

$Si\,O_2$	40,28
$Al_2\,O_3$	23,70
$Fe_2\,O_3$	2,49
$Fe\,O$	1,31 *
$Ca\,O$	7,03! (+ $Mg\,O$?)
$K_2\,O$ . . . } $Na_2\,O$ . . . }	8,67
$H_2\,O$	15,75
	99,98

Die mit * bezeichnete Eisenoxydulbestimmung wurde vom Verfasser ausgeführt, um den Sauerstoffquotienten feststellen zu können.

Der hohe Kalkgehalt überrascht, wenn man die Analyse *Bernath*'s vergleicht, wo der Kalk gänzlich fehlt. Uebrigens besitzen sämmtliche von mir untersuchte Stufen des betreffenden Fundpunktes einen mehr oder minder bedeutenden Kalkgehalt.

Der Sauerstoffgehalt ist bei

Eisenoxydul, Kalk, Natron, Kali . . .	5,18
Eisenoxyd, Thonerde	11,82
Kieselsäure	21,46

somit der Sauerstoffquotient $\frac{5{,}18 + 11{,}82}{21{,}46} = 0{,}791.$

Im Allgemeinen weicht das Hohentwieler Gestein nicht bedeutend von der mittleren Zusammensetzung des Phonoliths ab. Der verhältnissmässig niedrige Gehalt an Kieselsäure und der entsprechend höhere an Thonerde spricht dafür, dass Hauyn und Nephelin zusammen dem Sanidin so ziemlich das Gleichgewicht halten. Zu derselben Folgerung führt das starke Ueberwiegen von Natron über Kali.

Neu ist der Nachweis von Fluor. Der Gehalt daran gibt sich schon beim starken Erhitzen im Glasrohr durch das Bleichen von Fernambukpapier kund. Jedenfalls gehört dieses Fluor nicht dem Apatite an — dessen Vorhandensein übrigens schon die Bestimmung der Phosphorsäure nachweist —, denn Apatit gibt beim blossen Glühen kein Fluor ab (auch reiner Fluorapatit nicht) Sehr wahrscheinlich gehört dieses Fluor vielmehr den Hornblenden an. Der durch längeres starkes Glühen von diesem Fluorgehalte vollständig befreite Phonolith (Nachweis mit Fernambukpapier) entwickelt bei seiner Aufschliessung mit Phosphorsalz neue Mengen von Fluor, welches höchst wahrscheinlich dem Apatit angehört, denn letzterer entwickelt, wie erwähnt, erst mit Phosphorsalz behandelt Fluor.

Wie neuerdings in vielen Basalten und ähnlichen Gesteinen, so wurden auch in dem Hohentwieler Phonolith erhebliche Spuren von Schwermetallen nachgewiesen. Die oben in Klammern gesetzten treten quantitativ gegen die andern zurück. Sie finden sich sowohl im löslichen (untergeordnet) als auch in unlöslichen Theile (Hauptmenge), lassen sich jedoch aus letzterem durch langes Digeriren in der Wärme mit Königswasser noch grösstentheils extrahiren. Diese Metalle dürften wahrscheinlicher Weise als Silicate (in der Hornblende?) vorhanden sein.

Von Interesse ist der Nachweis seltener Erden. Dieselben könnten z. Th. als Bestandtheile des sporadisch vorkommenden Titanits aufgefasst werden. Doch sprechen geologische Gründe, namentlich die Analogie mit den Zirkonsyeniten, für ihr Auftreten als selbstständige Mineralien in Mikrolithenform.

Die seltenen Erden wurden gemengt mit Titansäure als Oxalate abgeschieden. Nächst ihrem Verhalten gegenüber einer Lösung von schwefelsaurem Kali (Zr, Ce wurden gefällt, Y blieb in Lösung) wurde für Cer die *Poppe*'sche Reaction mit Salpetersäure und Bleipermanganat, für Zirkonerde die Bräunung von Curcumapapier in schwach schwefelsaurer, mit Zink hinlänglich

behandelter Lösung, für Yttrium der Niederschlag mit Fluorwasserstoffsäure aus schwefelsaurer Lösung als entscheidend betrachtet. Näheres über die angewandten Methoden siehe weiter unten. Das Vorhandensein von Tantal ist als wahrscheinlich anzunehmen, doch waren die betreffenden Reactionen bei der Schwierigkeit, Tantal neben vorherrschendem Titan nachzuweisen, nicht überzeugend genug.

Das wichtigste aller Zersetzungsmineralien des Hohentwieler Phonoliths ist der bekannte gelbe Natrolith (Hegauit Selb 1803). Das specifische Gewicht wurde im Mittel aus 4 Bestimmungen 2,171 gefunden. Eine Analyse ergab:

SiO_2	47'69
Al_2O_3	25,65
Fe_2O_3	1,86
CaO	0,64
Na_2O	14,76
Cu, Sn (Sb, Pb) .	0,18
Mn, Ni (Zn, Co) .	0,056
SO_3	0.89
H_2O	8,82
Organ. Subst. . .	Spur
	100,496

Das Mineral enthält fast stets eine Spur von Bitumen. Beim Erhitzen im geschlossenen Glasrohre gibt es Wasser ab, wird zuerst dunkel, dann rosa bis ziegelroth. Die vorübergehende dunklere Färbung rührt nun — wie schon der empyreumatische Geruch verräth — von organischer Substanz her, während die Farbenwandlung von Gelb in Roth (unter Wasserabgabe) hiedurch nicht begründet werden kann, da das resultirende Roth durch die stärkste Glühhitze nicht zerstört wird. Es ist demnach sicher, dass Eisenoxyd das Pigment abgibt. Die nicht häufigen Krystalle in den Drusen erscheinen dagegen farblos oder rein weiss und sind eisenfrei. Und zwar ist Eisenoxyd jedenfalls mechanisch als Hydrat in der Masse des Natroliths vorhanden und bedingt so die isabellgelbe Farbe desselben. Durch Glühen wird es unter Abgabe seines Wassers zu Eisenoxyd umgewandelt und färbt nun als solches den Natrolith rosa bis ziegelroth, je nach seiner feineren oder gröberen Vertheilung. Auch das Mikroscop spricht für diese Annahme. Dünnschliffe von gelbem Natrolith zeigen vor dem Glühen heller oder dunkler gefärbte Wolken, die

— ganz wie die künstlichen Eisenoxydhydratniederschläge — ungeachtet ihrer lichten Farbe sehr wenig durchscheinen. Dieselben lösen sich leicht in Salzsäure. Die Lösung gibt mit Ferrocyankalium und Rhodankalium die bekannten Eisenreactionen. Im geglühten Dünnschliffe sind an Stelle dieser Wolken kleine unregelmässige schwarze und rothbraune Schüppchen und Pünktchen getreten, die sich in Salzsäure schwer lösen und jedenfalls aus Eisenoxyd bestehen.

Das Eisen ist also keineswegs, wie immer angenommen worden, als Vertreter von Thonerde, sondern als Oxydhydrat vorhanden.

Ebenso nahm man häufig an, der in so vielen Natrolithen nachgewiesene Kalk sei, so unwahrscheinlich auch diese Erklärung war, Vertreter von Natron. Ich fand aber in allen von mir untersuchten kalkhaltigen Natrolithen (so z. B. auch in dem von Aussig) Schwefelsäure und zwar an den Kalk gebunden, denn mit viel Wasser liess sich aus dem Mineralpulver G y p s ausziehen. Ich bemerke noch besonders, dass das Untersuchungsmaterial zuvor unter dem Miskroscop (ganz schwache Vergrösserung) geprüft und nur ganz homogene gleichartige Stückchen zur Analyse verwandt wurden. Auch das betreffende Mineralpulver erwies sich u. d. M. als durchaus homogen. Die Analyse zeigt einen ziemlich niedrigeren Natrongehalt als früher veröffentlichte, doch haben jene Analytiker den Kalk übersehen und jedenfalls als Chlorcalcium oder Calciumsulfat mit dem Chlornatrium gewogen.

Auch hier finden wir wieder die schon im Phonolith nachgewiesenen Schwermetalle.

Die Analyse des Hohentwieler Natroliths wird demnach besser folgendermassen zu interpretiren sein:

Natrolith	SiO_2	47,69
	Al_2O_3	25,65
	Na_2O	14,76
	H_2O	7,78
	Eisenoxyd-Hydrat	2,49
	Gyps	1,94
		100,31

Schon *Rammelsberg* zeigt in seiner Mineralchemie, dass der hohentwieler Natrolith schon bei ca. 250° einen Theil seines Wassers verliere, den Rest erst beim stärkerem Erhitzen. Es liegt

nun sehr nahe, diese partielle Wasserabgabe durch die Zersetzung des in dem Natrolith enthaltenen Gypses zu erklären.

Mit Natrolith zusammen kommt hie und da auch Desmin und Kalkspath, seltener Analcim vor und letzterer wird, wie ich an einem von Hrn. Prof. *Gottsche* gesammelten Stücke sah, von Natrolith und dieser von Phillipsit regelmässig überlagert.

Vieles Interessante bieten auch die Phonolithtuffe, sowohl des Hohentwieles selbst, als auch die weiter entfernten von Rosenegg u. a. Der letztere Fundort ist namentlich wegen seiner prächtigen Umwandlungspseudomorphosen nach Sanidin, Hornblende, Glimmer etc. zu erwähnen. Auch fehlt es in den, in den Tuff eingebetteten, Lapilli und Bomben nicht an schönen zum Theil noch wenig beachteten Mineralien z. B. Rutil. Besonders häufig ist auch amorphe Kieselsäure, als Chalcedon, Hyalit, Opal u. s. w. auf Klüften und Spalten der Tuffe ausgeschieden.

Ausser dieser zweifelsohne auf nassem Wege abgeschiedenen Kieselsäure gibt es aber noch Kieselmineralien ganz anderer Art.

Allüberall im Phonolithtuffe des Hegaus liegen rothbraune bis schwärzlichgraue glasartige runde Knollen, die sich durch ihre sie ringsumhüllende Brandrinde u. a. mehr sofort als vulkanische Bomben zu erkennen geben. Aeusserlich machen sie oft ganz den Eindruck von manchen (ungarischen) Holzopalen und liegen auch in der That als solche häufig in den schwäbischen Sammlungen. Schon das Vorkommen als vulkanische Auswürflinge erweckte Zweifel, ob wir es in der That mit opalartigen Mineralien zu thun hätten, es lag näher an Obsidiane oder irgend eine ähnliche glasige Erstarrungsmodification des vulkanischen Magmas zu denken, wie denn schon *Fraas* vermuthete, dass hier Pechsteine vorlägen.

Das physikalische und chemische Verhalten des fraglichen Silicates ist das folgende:

Es sind glasige graue, gelbe, bräunliche, rothbraune bis schwarze Massen, die öfters gebändert, gestreift und geflammt sind. Der Bruch ist bei den lichteren frischen Varietäten flachmuschlig und geht bei den rothen meist schon angegriffenen ins Splitterige. Glasglanz bis Fettglanz. Kantendurchscheinend (frisch) bis undurchsichtig (verwittert). Die rundlichen Knollen sind in der Mitte meist heller, als gegen den Rand zu. Gewöhnlich sind sie rings von einer erdigen gelblichen Verwitterungskruste um-

geben. Das spec. Gewicht beträgt im Mittel 2,221 die Härte 5,5—5,9. Vor dem Löthrohr auf Kohle unveränderlich, mit Soda erfolgt Heparbildung. Im Kölbchen erhält man Wasser, bei zersetzten Varietäten auch etwas Ammoniak und brenzliche Substanzen. Das Glas gelatinirt, wenn auch nur ziemlich schwach, mit Säuren und ertheilt der Boraxperle die Eisenfärbung. Mit Soda und Salpeter geschmolzen zeigt es Mangangehalt. Das Mineral hat also mit manchen eisenschüssigen Halbopalen grosse Aehnlichkeit, doch beweist schon das Gelatiniren mit Säuren, dass wir es mit keinem opalähnlichen Körper zu thun haben.

Das Mikroscop zeigte, dass selbst die scheinbar frischesten Stücke schon bedeutend von der Verwitterung angegriffen waren. In einer gelblich-bräunlichen, isotropen, zum Theil deutlich glasigen Grundmasse liegen hellere Parthieen, zum Theile scharf durch gerade Linien begrenzt (Krystallquerschnitte) zum grösseren Theile aber von rundlichen oder elliptischen Formen. Diese helleren Parthieen sind unzweifelhaft die Ueberreste ehemaliger Krystalle, die in einer hyalinen Grundmasse lagerten und durch Sickerwässer und die Atmosphärilien schliesslich mit dem grössten Theile der einst glasigen Grundmasse in ein körniges amorphes Produkt umgewandelt wurden. Sie zeigen zum allergrössten Theile nur noch Aggregatpolarisation, letztere ist ein Beweis davon, dass die Zersetzung noch keine ganz vollständige ist. Den Umrissen nach hatten wir es in vielen Fällen mit zersetzten Hauynen, in anderen mit Sanidinen zu thun. Erstere zeigten oft noch die charakteristischen Magnetiteinlagerungen oder waren noch häufiger ganz in Magnetitskelete verwandelt. Ueberhaupt hatte sich der Magnetit noch verhältnissmässig am besten gehalten. Und ehemalige unverkennbare Hornblende- oder Augitkrystalle waren vollständig zu einem von zahlreichen Magnetitkörnern erfüllten Skelet umgewandelt worden. Frische, noch polarisirende Krystalle sind selten, ausser Hauyn und Sanidin konnte nur noch Hornblende festgestellt werden. Bei stärkerer Vergrösserung wurden auch noch ziemlich intacte Nepheline sporadisch gefunden.

Trotz aller Mühe konnte kein frischeres Material gesammelt werden. Selbst die tief aus dem Tuffe ausgegrabenen noch ganz frisch erscheinenden Bomben zeigten unter dem Mikroscop schon eine weitgehende Zersetzung, so dass auch in ihnen frische polarisirende Krystalle zu den Seltenheiten gehörten. Es scheint also,

als ob Sickerwässer, die ja, wie die in den Hohlräumen sich findenden Kalkspathe beweisen, vielfach in den Tuffschichten circuliren, die Ursache dieser weitgehenden Veränderung unserer vulkanischen Gläser wären; dass wir es hier mit solchen zu thun haben, scheint schon aus der mikroscopischen Untersuchung hervorzugehen.

Nachstehend folgt eine Analyse von thunlichst frischem Materiale. Dieselbe wurde, um Anhaltspunkte für eine Vergleichung zu erhalten, ganz wie die Phonolithanalyse ausgeführt, d. h. die Untersuchung des in Salzsäure löslichen Theiles wurde getrennt von der des in Säure unlöslichen vorgenommen und aus der Summe beider die Bauschanalyse des vulkanischen Glases erhalten, welches in der That in seiner Zusammensetzung Aehnlichkeit mit manchen Pechsteinen hat.

Phonolithglas vom Hohentwiel.

	Lösl- 27,96	Unlösl. 27,04	Total
SiO_2	8,50	64,95	73,45
Al_2O_3	4,44	5,67	10,11
Fe_2O_3	0,80	0,25	1,05
FeO	0,43	0,53	0,96
MnO (NiO)	0,09	0,31	0,40
CaO	2,37	0,10	2,47
MgO	0,06	Spur	0,06
Na_2O	3,73	0,21	3,94
K_2O	0,28	0,51	0,79
Cl	0,56	—	0,56
SO_3	1,24	—	1,24
H_2O	5,35	—	5,35
	27,85	72,53	100,38
ab O für Cl_2	0,13		0,13
	27,72		100,25

Die Sauerstoffmenge beträgt für:

Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalkerde, Magnesia, Alkalien 2,19

Eisenoxyd, Thonerde 5,03

Kieselsäure 42,90

somit ist der Sauerstoffquotient : $\frac{2,19 + 5,03}{42,90} = 0,168$

Untenstehend ist die Analyse des löslichen Theiles wasserfrei auf hundert berechnet, dabei wurde ein dem Eisenoxydul äquivalenter Theil Eisenoxyd als Magnetit (Oxydoxydul) in Abzug gebracht. Die Analyse gleicht manchen Hauynanalysen, nur der Thonerdegehalt ist geringer, sonst ist aber die Uebereinstimmung so gross, dass wir den löslichen Theil für Hauyn (mit wenig Nephelin) in etwas zersetztem Zustande ansprechen dürfen. Dabei scheint das Eisenoxyd zum Theil als Vertreter der Thonerde vorhanden zu sein.

$Si\,O_2$	39,61
$Al_2\,O_3$	20,69
$Fe_2\,O_3$	1,49
$Mn\,O$ ($Ni\,O$) . . .	0,41
$Ca\,O$	11,05
$Mg\,O$	0,28
$Na_2\,O$	17,38
$K_2\,O$	1,31
Cl	2,61
SO_3	5,78
	100,61
ab O für Cl_2	0,61
	100,00.

Der in Säuren unlösliche Theil lässt sich nicht so einfach interpretiren. Es scheint übrigens als ob wir es neben freier Kieselsäure hauptsächlich mit Sanidin und natronhaltiger Hornblende (und Augit) zu thun hätten.

Hohenkrähen.

In einer Entfernung von 4 Kilometern in genau nördlicher Richtung vom Hohentwiel erhebt sich, zweifelsohne auf derselben Eruptionsspalte, der 644,4 m hohe Hohenkrähen, nächst jenem der bedeutendste und imposanteste der hegauer Phonolithe. Er hat im Gegensatz zu der Glockenform des Hohentwiels eine ausgesprochene Kegelform. Seine Wände fallen sogar so steil, gegen Osten beinahe senkrecht in die Ebene ab, dass er fast einem Zuckerhute gleicht. Die Phonolithtuffe umgeben ihn, wie auch den Hohentwiel, hauptsächlich an seiner Westseite, ein Umstand, der

von einigen Beobachtern dem Herrschen von ostwestlichen Winden während der Ausbruchszeit zugeschrieben wird, wahrscheinlicherweise aber einseitiger Denudation ihren Ursprung verdankt. Auch sein Fuss wird wie der des Hohentwiels vorzugsweise westlich durch eine Schutthalde begrenzt.

Das Gestein des Hohenkrähens ist ein sehr charakteristischer Hauynphonolith von entschieden porphyrischem Charakter. Aus der grünlichen Grundmasse heben sich vor Allem die matten weissen zersetzten Hauyne hervor, in zweiter Linie treten Sanidintafeln und grössere und kleinere Hornblendekrystalle auf. Seltener sind honiggelbe Titanite.

Das dunkelgraugrüne Gestein sieht, namentlich wenn es durch die Verwitterung schon etwas angegriffen ist, mit seinen milchweissen Hauynen, glashellen Sanidinen sammtschwarzen Hornblenden und metallglänzenden Magnetiten äusserst charakteristisch aus, und gehört mit zu den schönsten des Hegaus.

Als häufigste porphyrische Ausscheidung tritt der Hauyn auf, er ist jedoch meist schon in ein erdiges weisses steinmarkähnliches Mineral verwandelt, nur die grösseren Krystalle zeigen noch einen blauen bis blaugrauen Kern, von der weissen Umwandlungskruste umrahmt. In selteneren Fällen sind diese blauweissen Einsprenglinge noch von einer dritten rothen eisenschüssigen Zone eingeschlossen. Den Krystallquerschnitten nach haben wir es ausschliesslich mit Rhombendodekaëdern (die hier und da fast Erbsengrösse erreichen) zu thun. Es liegt nahe, das Zersetzungsprodukt für Kaolin zu halten, zumal da *Ad. Sauer* an canarischen Phonolithen die Kaolinisirung von Hauynen nachwies, doch steht das fragliche Mineral in seinem physikalischen Verhalten dem Steinmark oder manchem schmelzbaren Bol näher, ohne jedoch mit einem derselben völlig übereinzustimmen. Vor dem Löthrohr schmilzt es ziemlich schwer zu weissem Email; Kaolin und ächtes Steinmark sind unschmelzbar. Härte 2,5—2,75 (Kaolin 1, Steinmark 2,5). Gibt im Kolben wenig Wasser ab. Mit Kobaltsolution geglüht blaue Masse, schmilzt bei dauernder Hitze zu blauem Glase. Eine qualitative Analyse ergab neben Kieselsäure, Thonerde, Wasser und wenig Magnesia, Kalk, Eisen und Natron. Wird von Säuren nur wenig angegriffen. Einzelne Varietäten enthalten kohlensauren Kalk eingemengt und brausen desshalb beim Betupfen mit Salzsäure.

Das zweithäufigste porphyrisch ausgeschiedene Mineral ist der Sanidin, welcher durch die Zersetzung nur wenig leidet und nur in ganz verwitterten Stücken trübe wird.

Geradezu typisch für das Hohenkrähen-Gestein sind die häufig mehrere Millimeter grossen Hornblendekrystalle. Seltener finden sich selbst 1—2 cm grosse. Wegen der leichten Schmelzbarkeit dieser Nadeln darf man vermuthen, dass sie Arfvedsonit seien. Das Mineral tritt meist in deutlichen Prismen von schwarzer Farbe auf. Glasglanz. In frischen Varietäten grüner, in zersetzten brauner Strich. Gibt im Kölbchen Fluor ab, zeigt im Spectroscop neben den Kalk-, Natron- und Kalilinien meist auch noch die Lithiumlinie. Auf Platinblech mit Soda geschmolzen Manganreaktion, ertheilt der Boraxperle die Eisenfärbung. Schmilzt sehr leicht vor dem Löthrohre zur magnetischen Kugel. Spec. Gewicht 3,414.

Nach einer Analyse ist das Mineral folgendermassen zusammengesetzt:

$Si\,O_2$	45,07
$Al_2\,O_3$	8,80
$Fe_2\,O_3$	8,13
$Fe\,O$	22,65
Mn O [Ni, Zn, (Co)] . . .	3,07
Cu O [Sn, (Sb), Pb] . . .	0,71
Ca O	0,81
Mg O	2,98
$Na_2\,O$	4,28
$K_2\,O$	2,68
$Li_2\,O$ / Fl	Spur
	99,18

Das in Untersuchung genommene Material zeigte sich im Dünnschliff voll von fremden mikrokrystallinischen Einlagerungen. Namentlich waren Magnetitinterpositionen sehr zahlreich vorhanden. Homogenes Material war nicht zu finden. Der Analyse nach — wenn wir auf die zahlreichen, die chemische Totalzusammensetzung jedenfalls wesentlich beeinflussenden Mikrolithe keine Rücksicht nehmen — haben wir es mit einer Kalk- und Magnesiaarmen, dagegen an Alkalien sehr reichen Hornblende zu thun. Dieses Verhältniss und der hohe Gehalt an Eisenoxydul bewirken

jedenfalls auch die verhältnissmässig sehr leichte Schmelzbarkeit. Auffallend ist der hohe Gehalt an Mangan und anderen Schwermetallen. Darnach scheint also wesentlich die Hornblende die Trägerin der im Phonolith gefundenen Schwermetalle zu sein. (Näheres s. unten).

Titanit ist in oft mehrere Millimeter grossen Kryställchen häufiger als im hohentwieler Gestein.

Unter dem Mikroscop löst sich das Gestein schon bei schwacher Vergrösserung vollkommen in krystallinische Elemente auf. Einzelne stark ausgebildete Krystallindividuen verleihen durch ihre Grösse dem Gestein ein porphyrisches Aussehen. Neben den Sanidinleisten finden sich sporadisch auch Plagioklase. Bei ersteren fallen die häufigen Karlsbader Zwillinge ins Auge. Im Allgemeinen scheint die Zwillingsbildung nicht bei ganz kleinen, in Masse auftretenden Sanidinen stattzufinden, sondern nur bei den grösseren porphyrisch ausgeschiedenen. Die Hauyne sind auch in mikroskopischen Krystallen meist schon angegriffen. Bei der Zersetzung trennt sich das Mineral in lauter kleine Partikel, die häufig durch die Spaltungsrichtungen des Krystalles begrenzt werden. Bei weitergehender Verwitterung werden diese nur lose zusammenhängenden Theile immer mehr von Sprüngen durchsetzt, bis schliesslich der Hauyn in eine gekörnte Substanz verwandelt ist, von der wir weiter oben zeigten, dass sie dem Steinmark am nächsten steht. Im ersten Stadium zeigt der Krystall noch Aggregatpolarisation, während er vollständig pseudomorphosirt isotrop ist. Seltener und meist nur, wenn durch Spalten Hohlräume entstanden, sind die Hauyne zeolithisirt. Der Nephelin tritt zahlreich und schön auf, darf aber nicht mit wasserhellen Hauynen verwechselt werden, die auch in ganz geringer Grösse auftreten. Ebenso zeigt sich wie für das unbewaffnete Auge so auch mikroscopisch die Hornblende sehr verbreitet. Hieher gehören zweifelsohne die grünen stark pleochroitischen Querschnitte mit sehr stark ausgesprochener Spaltbarkeit. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch diese mikroscopischen Hornblenden so reich an Alkalien sind wie die porphyrisch ausgeschiedenen grossen. Wenigstens bilden sich beim Betropfen mit einer Mischung von rauchender Flusssäure und Salzsäure nach dem Verdunsten u. a. ziemlich häufig hexaëdrische Kryställchen, die isotrop brechen und als Natrium- resp. Kaliumchlorid aufgefasst werden müssen.

Dagegen scheinen die grünen kleinen Nädelchen, welche so häufig sind, dem Augit anzugehören. Magnetit ist sehr häufig und kommt gerne mit den Hauynen und Hornblenden (resp. Augit) zusammen vor. Ausserdem wurde noch das Vorkommen von Apatit und Titanit festgestellt.

Phonolith vom Hohenkrähen.

C. G. Gmelin.

	Total	Lösl. 55,13	Unl. 44,87
SiO_2	53.70	43,25	66,55
Al_2O_3	19,73	22,90	15,86
TiO_2, ZrO_2	vorhanden *	—	—
Ce_2O_3, Y_2O_3	Spur *	—	—
Cu (Pb, Sn, Sb. As)	0.34 *	—	—
Mn_2O_3 (Ni, Zn) *	1,09	1,19	0.89
Fe_2O_3	2,85	1,72	4.23
FeO	0,63 *	0,85 *	0,36
CaO	1,46	2,44	0,27
MgO	vorhanden *	—	—
Na_2O.	7.43	13.67	vorhand. *
K_2O	7.24	5,45	9,44
Li_2O	Spur *	—	—
Cl, Fl *	Spur	—	—
SO_3	0,12	0,22	—
P_2O_5	0,15 *	0,27 *	—
H_2O	3.12	5,79	—
	97,86	97,75	97,60

Vorstehend ist eine ältere Analyse des Hohenkrähen-Gesteines von *C. G. Gmelin* (1828) mitgetheilt. Die mit * bezeichneten Bestimmungen sind nachträglich vom Verfasser vorgenommen worden. Das dabei verwandte Material zeigte einen Glühverlust von 3,06 % war also jedenfalls dem *Gmelin*'schen sehr ähnlich zusammengesetzt. Auffallend ist der hohe Mangangehalt, sowie der Umstand, dass keine Magnesia angegeben ist. Eine qualitative Untersuchung des Gesteins zeigte aber, dass dieselbe sowie das Natron im unlöslichen Theil von *Gmelin* nur übersehen wurde. Daraus erklärt sich auch u. a. der grosse Verlust der Analyse.

Die Sauerstoffmenge beträgt für

Eisenoxydul, Kalkerde, (Magnesia), Alkalien . .	3,71
Eisenoxyd, Thonerde, Manganoxyd	10,40
Kieselsäure	28,64

somit ist der Sauerstoffquotient : $\frac{3.71 + 10.40}{28,64} = 0.493$

Das spec. Gewicht beträgt im Durchschnitt 2.449.

Der hohe Wassergehalt sowie der geringe Schwefelsäuregehalt deutet darauf hin, dass schon angegriffenes Material untersucht wurde.

Auf den Spalten und Klüften des Gesteines, namentlich auf der dem Hohentwiel zugekehrten Südseite des Berges finden sich ebenfalls gelbe bis röthliche Natrolithe, ganz ähnlich, wie die des Hohentwiels, nur ist das Vorkommen nicht so gut aufgeschlossen. Das etwas höhere spec. Gewicht 2,183, sowie die meist intensivere Farbe (gelbroth — orange) erklären sich leicht aus dem höheren Eisengehalt, mit dem zugleich auch der Gehalt an Wasser steigt, da das Eisen als Oxydhydrat vorhanden ist. Der Analyse nach ist auch der Natrolith vom Hohenkrähen ein Gemenge von Natriumaluminiumsilicat mit Gyps und Eisenoxydhydrat. Dieselbe ergab:

SiO_2	47,68
Al_2O_3	25,24
CaO	0,55
Na_2O	14,35
Cu (Pb, Sn), Mn (Ni)	vorhanden
SO_3	0,71
H_2O	9,45
Fe_2O_3	2,24
Organ. Subst. .	Spur
	100,22

Natrolith	SiO_2	47,68
	Al_2O_3	25,24
	Na_2O	14,35
	H_2O	8,45
	Gyps	1,50
	Eisenoxydhydrat	3,00
		100,22

Die gefundene Menge Kalk erfordert eigentlich 0,78 SO_3 statt der 0,71 gefundenen. Doch kann trotzdem kein Zweifel darüber herrschen, dass Ca in der That als Sulfat vorhanden sei, weil sich auch hier durch viel Wasser aus dem Mineralpulver Gyps ausziehen lässt. Mit ihm zusammen kommt noch häufig Kalkspath vor, der gewöhnlich ebenfalls durch Eisenoxydhydrat gelblich gefärbt ist.

Die Hegauer Natrolithe liefern einen kleinen Beitrag zu der Frage nach der Entstehung der Zeolithe. Nach *Rosenbusch*[1]) erfordert die Zeolithisirung „Wasser und hohe Temperatur und vollzog sich wahrscheinlich in sehr frühen Epochen der Existenz der Gesteine.“ Das dürfte bei den Hegauer Natrolithen kaum der Fall sein. Schon die ganze Art des Vorkommens auf Klüften und Spalten spricht ungemein für einen Auslaugungsprocess aus dem Phonolith, der sich höchst wahrscheinlich noch heute vollziehen kann. Dafür lässt sich u. A. der fast nie fehlende Gehalt an organischer Substanz anführen, ferner das Zusammenvorkommen mit Gyps (und Kalkspath), welcher manchmal in feinen Schichten und Schnüren mit dem Natrolith wechsellagert, so dass die radial strahligen Natrolithkugeln durch solche dünne Gypslagen in einzelne concentrische Kugelschaalen zerfallen. Eine Vergleichung der Analysen von frischem und verwittertem Phonolith (siehe Hohentwiel) zeigt für letzteren eine Abnahme von Natron, Kalk, Schwefelsäure (und Chlor). Diese Substanzen wurden, wie das ganze Aussehen des den Natrolith umschliessenden Phonoliths zeigt, ausgelaugt. Was ist nun näher liegend, als anzunehmen, dass sie sich als Gyps, Natrolith und Kalkspath auf den Spalten wieder ausschieden? Denn dem ganzen Vorkommen nach muss der Natrolith auf dieselbe Weise wie der oft in ihm eingewachsene Kalkspath und der mit ihm wechsellagernde Gyps entstanden sein. Und für letztere beiden Mineralien sind „hohe Temperaturen“ bei der Bildung nicht denkbar. Andere Zeolithe mögen die Produkte hoher Temperaturen sein, die Hegauer Natrolithe müssen jedoch wohl als einfache Auslaugungsprodukte aus dem Nebengestein angesehen werden. Auch *Fraas* ist dieser Ansicht, wenn er in seinen Begleitworten z. Atlasblatt Hohentwiel S. 8 sagt „der Natrolith erscheint ganz unzweifelhaft als das Zersetzungsprodukt des hauynhaltigen Phonoliths, als das letzte Stadium der Veränderungen, die mit dem Phonolithe vor sich gehen.“

---

[1]) Mikroskop. Physiographie II, S. 213.

Gennersbohl.

Kaum 1000 m östlich von der Eruptionsspalte Hohentwiel—Hohenkrähen streicht die zweite ihr parallele hin, deren südliches Ende das Zwillingspaar Gennersbohl—Staufen begrenzt, die fast in derselben Breite wie der Hohentwiel liegen. Am nördlichen Ende liegen, correlat dem Hohenkrähen, die beiden Eruptionskegel Mägdeberg—Schwintel. Verlängert man diese Eruptionsspalte noch weiter nach Süden, so trifft sie auf den Tuffhügel bei Katzenthal (Schoren) 574 m, unter welchem möglicherweise noch ein Phonolithkern verborgen steckt. Weit unbedeutender als am Staufen ist das Phonolithvorkommen am Gennersbohl, welches ein sprechendes Zeugniss für die Ansicht bietet, dass es im Hegau vielleicht noch mehr Ausbruchsstellen des Phonoliths gibt, welche nur durch Tufflager bedeckt sind. Denn nur einem Zufall, der Eröffnung eines Steinbruchs auf Chausseematerial, verdankt man es, dass unter der Tuffdecke des Gennersbohls am Hilzinger Weinberg ein Phonolithkern entdeckt wurde. Nur ungefähr 300 m Luftlinie vom Staufen in nordnordwestlicher Richtung entfernt liegt dieses interessante Vorkommen hart an der Strasse von Duchtlingen nach Holzingen. Das Gestein ist durch kohlensäurehaltige Sickerwässer schon sehr stark angegriffen, so dass es sehr rauh aussieht und überhaupt mit manchem Trachyt viele Aehnlichkeit zeigt. Doch gelatinirt es — ausgenommen ganz zersetzte Fragmente — mit Säuren deutlich. Gewöhnlich braust es beim Behandeln mit Säuren stark, da es vielfach von Kalkspath durchsetzt ist. Von allen Hegauer Phonolithen steht es dem Hohenkrähen-Gestein, namentlich in seinen zersetzten Varietäten, am nächsten. In einer grünlichen Grundmasse finden sich prophyrisch ausgeschiedene Krystalle, doch nicht so zahlreich wie beim Hohenkrähen-Phonolith. Vor allem fallen bis $^1/_2$ cm grosse Hauynkrystalle in die Augen, die jedoch meist schon in die steinmarkähnliche Substanz verwandelt sind. Neben ihnen tritt der Sanidin fast ebenso häufig, in Tafel- oder Leistenform auf; die Krystalle sind meist stark rissig. Auffallend sind die vielen grossen Hornblendekrystalle, deren leichte Schmelzbarkeit einen hohen Eisen- und Natrongehalt vermuthen lässt. Ab und zu finden sich auch Blättchen von dunkelem Glimmer und bis $^1/_2$ cm grosse schön honiggelbe Titanite. Charakteristisch sind die sich überall findenden Kalkspathadern und Drusen.

Das Mikroscop zeigt, dass wir es mit einem schon stark zersetzten Hauynphonolith zu thun haben. Der Sanidin ist ebenso häufig porphyrisch wie in der Grundmasse vertreten, hie und da zeigen sich die kleineren Individuen in ausgezeichneter Fluctuationsstructur angeordnet. Karlsbader Zwillinge sind ziemlich selten, ebenso Plagioklase. Die Krystalle, sehr reich an Einschlüssen, zeigen auch öfters in Höhlungen die charakteristischen dachziegelähnlichen Tridymit-Schuppen. Hauyn ist auch im Dünnschliff in grösseren Krystallen sehr häufig, aber meist schon stark zersetzt. Seine Krystallquerschnitte geben dann ganz ähnliche Bilder, wie die Hauynskelete in den oben beschriebenen Phonolithgläsern.

Ein sehr vorwiegendes Gesteinselement ist die Hornblende, begleitet von meist grasgrünem Augit. Merkwürdigerweise sind die Augite stark und die Hornblende nur schwach pleochroitisch. Für entscheidend bei der Bestimmung dieser beiden so nah verwandten Mineralien wurde der Habitus der Spaltungslinien angesehen. Nephelin ist äusserst spärlich vorhanden, derselbe scheint in der Grundmasse schon vielfach zersetzt zu sein, ist aber als Einschluss im Sanidin gar nicht zu verkennen und bildet so den Beweis für die Phonolithnatur des Gesteins. *Fischer* hielt dasselbe seines ganzen Aussehens halber für Trachyt. Apatitnadeln und Titanitkryställchen treten im Dünnschliffe nur untergeordnet auf. Als Zersetzungsproducte zeigen sich auch unter dem Mikroscope öfters Kalkspath und Zeolithmandeln.

Eine quantitative Analyse ergab:

Phonolith vom Gennersbohl.

	Lösl. 39,19	Unlösl. 60,81	Total
SiO_2	32,61	62,88	51,02
Al_2O_3	23,76	15,33	18,63
TiO_2, ZrO_2 (Ta ?)	—	—	vorhanden
Ce_2O_3, Y_2O_3 . .	—	—	Spur
Cu (Pb, Sn, Sb) .	—	—	0,15
Mn (Ni, Zn) O .	0,28	0,79	0,59
Fe_2O_3	0,98	4,53	3,14
Fe O	1,09	0,67	0,84
Ca O (Sr, Ba) .	15,03	3,26	7,89
Mg O	1,19	0,90	1,02
Na_2O	6,47	2,63	4,13
K_2O (Li) . . .	2,97	8,12	6,08

Cl	0,23	—	0,09
Fl	—	—	Spur
SO_3	0,74	—	0,29
P_2O_5	0,41	—	0,16
H_2O	2,81	—	1,10
CO_2	11,56	—	4,53
	100,13	99,15	99,66

Die Sauerstoffmenge beträgt für:

Kieselsäure	27,18
Eisenoxyd, Thonerde	9,64
Eisenoxydul, Kalkerde, Magnesia, Alkalien	5,70

somit der Sauerstoffquotient $\frac{5,70 + 9,64}{27,18} = 0,564$

Das specifische Gewicht ist 2,480.

Durch den hohen Gehalt von Calciumcarbonat wird der Kieselsäuregehalt des löslichen Theils stark herabgedrückt, ebenso der von Natron. Doch sind trotz dieses Austritts von Natron Natrolithe auf den Spalten des Gesteins nicht allzu häufig, dafür findet sich ab und zu gelblicher, wasserheller und schwach rosenrother Analcim in deutlichen Krystallen.

Staufen.

Der Staufen, ungleich bedeutender als der Gennersbohl, ist ebenfalls, wie der Hohentwiel und Hohenkrähen ein mit einer Burgruine gekrönter Kegelberg (595 m üb. d. M.). In seiner äusseren Form, namentlich auch in Betracht der ziemlich breiten Abstumpfungsfläche ist er das verkleinerte Abbild des Hohentwiels, ganz wie dieser auf der West- und Südseite mit mächtigen Tuffschichten umgeben, während er im Osten steil gegen den diluvialen Moränenlehm einfällt. Das Gestein des Staufen ist ein fester dichter Phonolith von grünlicher Farbe, in dem sich kleine Hauyne porphyrisch ausgeschieden haben, jedoch nicht in so reichlichem Maasse wie bei Hohenkrähen und Gennersbohl. Auch hier sind die Krystalle fast durchgängig in jene oben beschriebene steinmarkähnliche Substanz verwandelt. Die andern constituirenden Mineralien treten selten porphyrisch auf, selbst Sanidinleistchen sieht man nur ganz vereinzelt blitzen und Hornblende- (resp. Augit-) Nädelchen sind noch seltener. Ab und zu

zeigen sich in der Masse dunklere Flecken, wie solche auch beim Hohentwiel-Phonolith auftreten, die sich unter dem Mikroscope in Aggregate von Augitkryställchen auflösen. Der Staufen-Phonolith zeichnet sich durch seinen kurzklüftigen Bruch vor den andern Hegauer Gesteinen aus.

Die grösseren Hauyne, die jedoch 1 mm selten überschreiten, besitzen oft noch einen klaren Kern, der von der weisslichen bis gelblichen Steinmarkrinde umrahmt ist, die kleineren Krystalle sind aber ganz pseudomorphosirt. Unter dem Mikroscope zeigt das Gestein in der aus kleinen Individuen der constituirenden Mineralien bestehenden Grundmasse eine durch ausgeschiedene grössere Krystalle bedingte porphyrische Structur. Der Sanidin kommt fast nur in einfachen Krystallen vor, er tritt als porphyrische Ausscheidung gegen den Hauyn zurück, nimmt aber in hervorragender Weise an der Grundmasse theil; hie und da ist der Fluctuationsstructur entsprechende Gruppirung der kleineren Krystalle um die grösseren zu beobachten. Einschlüsse sind sehr häufig, namentlich Hauyn, Augit, Nephelin, Apatit, ferner treten Flüssigkeitseinschlüsse manchmal in Reihen geordnet auf, ebenso finden sich ab und zu eingeschlossene Glasmassen. Plagioklasleistchen sind recht selten. Der die Hauptmasse der porphyrischen Ausscheidungen bildende Hauyn zeigt zwei verschiedene Umwandlungszustände. Der seltenere zeigt das Mineral erst in ein Aggregat von feinen Zeolithnadeln umgesetzt, der häufigere schon in körniges Steinmark. Von den Spalten aus ist in die zersetzten Krystalle Eisenoxydhydrat gedrungen, das ganz in denselben Wolken auftritt, wie bei den gelben Natrolithen. Hier und da sieht man deutlich, dass das Eisenoxydhydrat jedenfalls z. Th. ein Zersetzungsproduct des Magnetits ist, denn rings um die dunklen Magnetitkörnchen verbreiten sich die Wolken und Nebel, so dass die ersteren oft ganz in einem Rahmen von Oxydhydrat eingebettet liegen Die Mitte der Hauyn-Krystalle ist oft noch ganz frisch, Angiteinschlüsse sind häufig, Glaseinschlüsse seltener. Die grösseren Krystalle lassen oft noch in bekannter Weise zahlreiche, sich unter 30° kreuzende Systeme paralleler Linien (Spaltungsrichtungen) erkennen. Auch finden sich häufig regelmässige Verwachsungen der einzelnen Krystallindividuen. Die Krystalle gehen nicht häufig unter eine gewisse Grösse herab und finden sich in der Grundmasse verhältnissmässig nur selten. An ihre Stelle tritt der Nephelin. An der Zusammensetzung der

Grundmasse betheiligen sich auch die Mineralien aus der Augit- und Hornblendegruppe in bedeutender Quantität. Zu Augit scheinen die lebhaft grünen Individuen zu gehören, da sie äusserst selten Spaltungslinien beobachten lassen. Sie sind stark pleochroitisch: olivengrün — pistaziengrün — bläulich-grün. Ausser den meist nadelförmigen Krystallen kommen auch selten zerfressene und ausgefranste vor. Nicht selten ist zonare Färbung zu beobachten. Die Krystalle haben einen grünen Kern, welcher von einer farblosen Zone umschlossen ist und seinerseits wiederum durch ein zweites grünes Band umrahmt wird. Mehrfach geknickte Krystalle sind ziemlich häufig. Die Augite schliessen, ausser farblosen Mikrolithen (z. Th. Apatit), Glaszellen, Nepheline und Magnetit ein. Letzterer gibt wohl auch zu Bildung von Skeletpseudomorphosen Veranlassung. Durch die Verwitterung wird das Mineral körnig und färbt sich dunkler grün, bis es schliesslich braun wird. Neben diesen Augiten zeigen sich auch häufig Krystalle, die sich durch ihre zahlreichen, scharf ausgeprägten Spaltungslinien als Hornblende zu erkennen geben. Dieselben zeichnen sich durch ihren geringen Pleochroismus und ihre mehr bräunlich-grüne Farbe aus. Nephelin tritt nur in mikroscopischen Krystallen auf, ist selten auch porphyrisch ausgeschieden und dann leicht mit kleinen Hauynen zu verwechseln, von denen ihn aber das Verhalten im polarisirten Lichte unterscheidet. Als Gemengtheil der Grundmasse ist er in zahlreichen wasserhellen sechsseitigen und rechteckigen Krystallquerschnitten vorhanden, z. Theil auch ohne scharfe Umrisse in abgerundeten Körnern. Magnetit tritt spärlich in meist rundlichen Körnern uf. Krystalle sind selten. Häufig ist er schon in Brauneisenstein umgewandelt und dringt als solcher in die Haarspalten der anderen Krystalle ein. Apatit ist als spärlicher Gemengtheil der Grundmasse in farblosen z. Th. quergegliederten Säulchen und Hexagonen nachzuweisen, auch als Einschluss in Sanidinen und Augiten. Die sonst schwer von Nephelin zu trennenden Kryställchen kennzeichnen sich durch den Mangel einer Galertbildung bei Säureeinwirkung. Titanit ist ziemlich selten in orangerothen Körnchen und keilförmigen Krystallen. Eisenglanz, an seinem rothen Durchschimmern kenntlich, tritt selten in Körnchen und Flimmern auf. Leucit findet sich als mikroscopischer Einsprengling, aber nicht allzuhäufig, die charakteristische Streifung konnte nur einmal im polarisirten Lichte deutlich erkannt werden.

Krystallquerschnitte sind selten, seine rundlichen Formen sind durch ihre Mikrostructur kenntlich. — Die Reihenfolge der Ausscheidungen scheint, nach den Einschlüssen von kleineren in grösseren Krystallen zu schliessen, folgende gewesen zu sein: Apatit, Magnetit, Nephelin, Augit (Hornblende), Hauyn, Titanit, Sanidin. In den stark zersetzten Varietäten finden sich ab und zu in Hohlräumen von Sanidinen Tridymite, kenntlich an ihrer charakteristischen Anordnung in Dachziegelform.

Das specifische Gewicht beträgt im Mittel: 2,452.

Phonolith vom Staufen.

Löslich 37,21. Unlöslich 62,79

$Si\,O_2$	55,92	
$Al_2\,O_3$	20,35	
$Ti\,O_2$, $(Zr\,O_2)$ . . .	vorhanden	
$Ce_2\,O_3$, $Y_2\,O_3$ . . .	Spur	
Cu (Pb)	0,18	
$Mn\,O$ (Ni, Zn)	0,50	
$Fe_2\,O_3$	2,16	
$Fe\,O$	0,94	
$Ca\,O$	2,21	
$Mg\,O$	0,62	
$Na_2\,O$	8,35	} $Li_2\,O$ Spur
$K_2\,O$	4,83	}
$H_2\,O$	3,51	
$S\,O_3$	0,23	
$P_2\,O_5$	0,18	
Cl	0,06	Fl Spur
	100,04	

Der Sauerstoffgehalt beträgt:

bei Kieselsäure	29,79
bei Thonerde und Eisenoxyd	10,02
Eisenoxydul, Manganoxydul, Kalk, Magnesia, Alkalien	4,20

somit ist der Sauerstoffquotient $\frac{4,20 + 10,02}{29,79} = 0,477$

Schwintel.

Wie das Zwillingspaar Staufen—Gennersbohl südlich dem Hohentwiel entspricht, so correspondiren als nördliches Ende der Ausbruchsspalte die Nachbarberge Mägdeberg und Schwintel dem Hohenkrähen. Merkwürdigerweise finden wir jedoch gerade umgekehrt zwischen den Gesteinen von Staufen, Gennersbohl und Hohenkrähen einerseits, sowie Mägdeberg, Schwintel, Hohentwiel anderseits viel mehr Verwandtschaft und Aehnlichkeit, namentlich im ganzen petrographischen Habitus als umgekehrt.

Der sogenannte „Schwintel“ ist ein kegelförmiger Phonolithberg (630 m) ganz nahe bei dem Mägdeberg und jedenfalls gleichzeitig mit ihm entstanden, jedoch von geringeren Dimensionen. Sein Gestein ist das dichteste unter allen Hegau-Phonolithen. Es besitzt ein grünlich-graues sehr gleichmässiges Aeussere, porphyrische Ausscheidungen machen sich fast gar nicht bemerkbar, nur hie und da zeigen sich einzelne stecknadelkopfgrosse Hauyne. Die Sanidinleistchen treten ganz zurück und nur im directen Sonnenlichte sieht man in der grünlichen Grundmasse unzählige Feldspathnädelchen flimmern. Sehr häufig sind braune Flecken, die oft mitten im Gesteine, aber auch auf Haarspalten in demselben auftreten. U. d. M. lösen sie sich in ein Gewirre von Augitnädelchen auf. Das mikroscopische Bild zeigt vorherrschend Nephelin, gegen welchen selbst der Sanidin zurücktritt. Die Nepheline sind meist wasserhell und lassen die charakteristische Mikrostructur (Bestäubung) in allen Phasen erkennen. Der Sanidin findet sich oft in Karlsbader Zwillingen, tafelförmige Krystalle treten gegen die balkenförmigen Leisten zurück. Plagioklas wurde nicht beobachtet. Der Hauyn kommt hauptsächlich in braunen porphyrischen Einsprenglingen vor. Augit und Hornblende treten sehr vorwiegend auf, zu dem ersteren scheinen im Allgemeinen die kleineren Kryställchen zu gehören, während die grösseren Individuen oft Spaltungsrichtungen zeigen. Apatit kommt in Nädelchen und winzigen Sechsecken vor. Titanit findet sich sporadisch. Die einzelnen Gesteinsbestandtheile sind ziemlich gleichmässig ausgebildet, so dass unter dem Mikroscop die sog. mikrogranitische Structur erscheint. — Das spec. Gewicht wurde zu 2,471 bestimmt.

Phonolith vom Schwintel.

	Lösl. 48,13. Unlösl. 51,87	
SiO_2	55,91	TiO_2 Spur
Al_2O_3	19,73	
Fe_2O_3	2.73	
FeO	1,36	
MnO (Ni Cu)	0,46	
CaO	2,39	
MgO	0,75	
Na_2O	7,24	Li_2O Spur
K_2O	2,13	
H_2O	4,33	
SO_3	0,21	
P_2O_5	0,18	
Cl	0,10	Fl Spur
CO_2	1,89	
	99,41	

Aus der vorstehenden Analyse ergibt sich der Sauerstoffgehalt von:

Kieselsäure	29,78
Thonerde und Eisenoxyd	9,86
Eisen-Manganoxydul, Kalk, Magnesia, Alkalien	3.62

somit der Sauerstoffquotient $\frac{3.62 + 9.86}{29,78} = 0{,}453.$

Mägdeberg.

Der Mägdeberg, nicht ganz 2000 m vom Hohenkrähen entfernt, ist der stattlichere Berg des Zwillingspaares Schwintel—Mägdeberg. Es ist ein 666 m hoher Kegel mit ziemlich breitflächiger Abstumpfung, ebenfalls von einer Burgruine gekrönt. Der ihn bildende Phonolith wird nirgends von Tufflagern umgeben, erst in einiger Entfernung von dem Massiv des Berges finden sich im Norden und Nordwesten desselben solche von geringer Ausdehnung. Das Gestein ist ungemein dicht und zeigt überhaupt wie jenes des Schwintels viel Aehnlichkeit mit dem Hohentwiel-Phonolith. Die porphyrischen Ausscheidungen sind ganz untergeordnet, lichtblaue und grüne Hauyne sowie Sanidine, ab und zu auch ein Hornblendenädelchen oder ein kleiner Titanit. Das im frischen Zustande schwärzlichgrüne Gestein fängt bei

der Verwitterung an, sich zu bräunen. Bei den angegriffenen Varietäten treten einzelne dunklere Partien fleckenartig hervor. Unter dem Mikroscop zeigt sich der Hauyn als der hauptsächlichste porphyrische Einsprengling, er ist namentlich in schön grünen Krystallen stark vertreten; die Farbe erscheint oft zonar vertheilt und die einzelnen Krystalle sind oft rings in dunkelgrüne bis schwarze strauchförmige Flecken eingehüllt, die sich bei starker Vergrösserung in ein Gewirr von grünen Augitnädelchen auflösen. Etwas minder häufig als die Hauyne treten die Sanidine in tafelförmigen und balkenförmigen Krystallen auf, letztere sind indess häufiger. Karlsbader Zwillinge sind nicht zu selten, Plagioklase nur sehr spärlich vertreten. Die verhältnissmässig wenigen Einschlüsse bestehen aus Hauyn, Nephelin, Augit, Apatit und Titanit. Der Sanidin tritt in der Grundmasse ganz bedeutend gegen den Nephelin zurück, während dieser seinerseits gar nicht porphyrisch vorkommt. Die meist wasserhellen Nepheline zeichnen sich durch ihre Mikrostructur aus und finden sich zahlreich in typischen Krystallen, so dass dieses Gestein sogar von *Rosenbusch* [1]) besonders zum Studium des Nephelins empfohlen wird. In zersetzten Parthien sind die Nepheline rothbraun gefärbt. Bei starker Vergrösserung (650) zeigt sich, dass diese Farbe von zahlreichen eingelagerten schwarzen undurchsichtigen Pünktchen, Körnchen und Schüppchen (Magnetit) herrührt, um die sich als braune Nebelzone Brauneisenstein lagert. Hie und da bilden unter sich verwachsene Nephelinkrystalle eine scheinbare Glasbasis, in der sich die anderen Gesteinsbestandtheile ausgeschieden haben. Solche Krystallverwachsungen zeigen nur ganz schwache Polarisation, aber bei schiefem Lichte öfters noch deutlich die Umrisse der einzelnen zusammengefritteten Individuen. Die Trennung der zahlreich auftretenden Augit- und Hornblendekrystalle ist nicht ganz leicht. Als Augit fasse ich die schön grasgrünen stark pleochroitischen Kryställchen auf, welche sehr häufig zu Aggregaten verwachsen erscheinen. Zu der Hornblende rechne ich die minder zahlreichen bräunlich-grünen Krystalle ohne ausgesprochenen Pleochroismus, welche meist in einzelnen Individuen vorkommen und auch Spaltungslinien zeigen. Apatitnädelchen finden sich ziemlich häufig, dagegen Magnetit und Titanit nur untergeordnet.

---

[1]) Mikroscopische Physiographie II. S. 214.

Der chemische Nachweis von Zirkonerde in den Phonolithen des Hegaus veranlasste eine genaue Untersuchung der verschiedenen Schliffe auf Zirkon, doch ohne entscheidenden Erfolg. Vielleicht dürfen die kleinen farblosen bis bräunlichen Körnchen von constantem kurzsäuligen Habitus, die sich bei sehr starker Vergrösserung (1000) in den meisten der Hegauer Phonolithe zeigen, dafür angesprochen werden. Am deutlichsten erscheinen sie im Mägdeberger Gestein, wo sie zu kleinen Gruppen vereint vorkommen und dem quadratischen Systeme anzugehören scheinen. Doch ist selbst die Bestimmung des Krystallsystemes bei der so starken Vergrösserung keine absolut sichere. Inzwischen wurden zu Würzburg Zirkone im Tuff des benachbarten Philippsbergs entdeckt und dürfte daher die Zirkonerde auch in den Phonolithen des Hegaus nur in Form dieses Minerals vorkommen.

Das spec. Gewicht des frischen Gesteins beträgt: 2,499, es ist demnach das dichteste der Hegauer Phonolithe.

Phonolith vom Mägdeberg.

Lösl. 33,48. Unlösl. 66,22.

SiO_2	56,43	hält TiO_2 u. ZrO_2
Al_2O_3	20,58	
Fe_2O_3	2,88	
FeO	1,28	
MnO (Cu, Ni, Zn)	0,66	
CaO	1,45	
MgO	0,28	
Na_2O	8,62	} hält Li_2O
K_2O	4,23	
H_2O	2,90	
SO_3	0,22	
P_2O_5	0,06	
Cl	0,07	Fl Spur
	99,58	

Aus der vorstehenden Analyse ergibt sich der Sauerstoffgehalt von:

Kieselsäure	30,08
Thonerde und Eisenoxyd	10,48
Eisen- und Manganoxydul, Kalk, Magnesia, Alkalien	3,90

somit der Sauerstoffquotient $\frac{3,90 + 10,48}{30,08} = 0,478$.

Bei den beschriebenen Phonolithen finden wir alle möglichen Gesteinsvarietäten von der dichten fast homogen erscheinenden Ausbildung des Phonoliths am Schwintel bis zu der porphyrischen jenes vom Hohenkrähen. Alle aber sind ausgezeichnet durch ihren Reichthum an Hauyn. Die Gesteine der einzelnen Fundpunkte unterscheiden sich schon in ihrem äusseren Habitus ziemlich scharf von einander, so dass sogar einzelne Handstücke leicht als von diesem oder jenem Berge abstammend erkannt werden können. Die Phonolithe vom Hohentwiel, Staufen, Schwintel und Mägdeberg stehen als dichte Varietäten den Gesteinen vom Hohenkrähen und Gennersbohl gegenüber, welch' letztere als ächte „Phonolithporphyre" zu betrachten sind. Der Hohentwiel ist seinerseits wieder ausgezeichnet durch seine zahlreichen licht- bis dunkelblauen Hauyne, die sich jedoch nur wenig von dem Gestein selbst abheben, den Staufen-Phonolith charakterisirt sein eigenthümlich kurzklüftiger Bruch, sowie seine grünliche Farbe. Die Phonolithe vom Mägdeberg und Schwintel sind durch ihren Reichthum an Nephelin gut unterschieden, für den letzteren ist auch noch der fast vollständige Mangel porphyrischer Ausscheidungen charakteristisch. Das stärker zersetzte Gestein vom Gennersbohl unterscheidet sich durch sein trachytähnliches Aeussere von dem ihm sonst ähnlichen Hohenkrähen-Phonolith.

Die Analysen der vorstehend beschriebenen Gesteine weichen insofern von denen anderer Phonolithe ab, als darin das Vorkommen von Elementen nachgewiesen ist, die bis jetzt als ihnen fremd galten. Zu ihrer Entdeckung führte die folgende Betrachtung: Die älteren plutonischen Vertreter der Phonolithe sind bekanntlich die Eläolithsyenite, die ihnen mineralogisch und chemisch ganz analog zusammengesetzt sind. So ist z. B. das Zersetzungsmineral des Nephelins im Phonolith wie im Eläolithsyenit der Natrolith. Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass sich die Eläolithsyenite durch Reichthum an merkwürdigen Mineralien, den Trägern von seltenen Elementen auszeichnen. Es fragte sich nun, entspricht auch in diesem Punkte der Phonolith seinem sonst chemisch analog zusammengesetzten Vorgänger, führt auch er diese seltenen Mineralien, vor Allem ist auch für ihn, wie für den Eläolithsyenit (Foyait, Zirkonsyenit) ein Gehalt an Zirkon charakteristisch? Mikroscopisch lässt sich diese Frage für die Phonolithe des Hegaus wohl kaum direkt lösen, denn man muss,

selbst die Anwesenheit der betreffenden Mineralien vorausgesetzt, doch annehmen, dass sie in dem dichten Phonolithe, im Gegensatze zu dem grosskrystallinischen Eläolithsyenit als Mikrolithen vorhanden und als solche wohl kaum sicher zu identificiren sein möchten. Wir haben nun in der That bei der Durchmusterung der Dünnschliffe einzelne mikrolithische Mineralien gefunden — besonders deutlich im Mägdeberger Gestein (s. ob.) — welche für Zirkone angesprochen werden möchten, doch sind sie nicht charakteristisch genug, um vollkommene Sicherheit zu gewähren. Zirkone im Phonolith von Poppenhausen (Rhön) und Heldburg bei Coburg sind schon durch *Sandberger* und *Blum* beschrieben worden, auch fand sie Hr. *H. Thürach* im Phonolithtuff von Schackau (Rhön) und wie oben erwähnt in dem des Philippsbergs im Hegau. Für die Hegau-Phonolithe selbst konnte aber nur die chemische Untersuchung zum Ziele führen. Desshalb beschäftigte ich mich auf Anregung des Hrn. Prof. *Stelzner* in Freiberg längere Zeit damit im Universitätslaboratorium des Hrn. Prof. *Knop* in Leipzig. Die Untersuchungen wurden in dem gut eingerichteten Laboratorium der Schwarzenberger Hütte zu Ende geführt. Um die angeregte Frage zur Entscheidung zu bringen, war es nöthig, ungewöhnlich grosse Quantitäten in Untersuchung zu nehmen, wesshalb man hoffen durfte, dass sich auch noch andere interessante Resultate ergeben würden und in der That wurde ausser der Zirkonerde noch eine Anzahl anderer Stoffe entdeckt, deren Constatirung zum Theil sehr überraschte.

Die Phonolithe sind bekanntlich ein Gemenge von in Salzsäure löslichen und unlöslichen Silicaten und zwar bestehen unsere Hegauer Gesteine aus den löslichen: Hauyn, Nephelin, Magnetit, Titanit und Apatit, dem z. Th. löslichen Plagioklas und Glimmer und den unlöslichen Sanidin, Hornblende und Augit. Die Kieselsäure und Thonerde des löslichen Theils stammen sicher aus dem Hauyn und Nephelin, Natron und Kali ebendaher, Hauyn ist zugleich der Träger der Schwefelsäure, zusammen mit Nephelin, Apatit und Titanit der des Kalkes und mit Apatit der des Chlors. Der Wassergehalt rührt meist von zersetztem Hauyn und Nephelin her, Eisenoxyd und Oxydul stammen hauptsächlich aus dem Magnetit, das Manganoxydul wohl ebenfalls, die Magnesia wohl aus Glimmer, vielleicht auch zum Theil aus der Hornblende, aus welcher sie durch sehr langes Digeriren mit

Säure extrahirt worden sein kann. Die Phosphorsäure rührt vom Apatit her, ebenso derjenige Theil des Fluors, der nicht schon beim blossen Glühen entweicht, sondern durch Aufschliessen mit Phosphorsalz ausgetrieben werden muss. Kieselsäure und Thonerde des unlöslichen Theiles stammen gemeinschaftlich aus sämmtlichen denselben zusammensetzenden Mineralien, Eisen-Oxyd und Oxydul, sowie Kalk, Magnesia und ein Theil des Natrons sind in der Hornblende und dem Augite enthalten, der Rest des Natrons, sowie das Kali rühren vom Sanidin her. Derjenige Theil des Fluors, welcher schon beim blossen Glühen entweicht, stammt aus dem Glimmer und der Hornblende; in der des Hohenkrähens z. B. wurde es direkt nachgewiesen. Es wäre noch die Frage zu erledigen, in welcher Form die seltenen Erden sich in den Phonolithen vorfinden, ob sie nur unwesentliche Bestandtheile einzelner Mineralien z. B. der Titanite, oder als selbstständige Mineralien (z. B. als Zirkon, Orthit) aufzufassen sind. Für die erstere Annahme spricht die bekannte Thatsache, dass manche Titanite Yttererde u. s. w. enthalten, ferner dass sich solche in Spuren auch im löslichen Theile findet; nach Analogie der Eläolithsyenite ist es jedoch wahrscheinlicher, dass diese seltenen Erden als Mikrolithe, entsprechend den seltenen Mineralien im grosskrystallinischen Eläolithsyenit, auftreten. Mikroscopisch liess sich, wie schon oben mitgetheilt, diese Frage für die Phonolithe des Hegaus nicht lösen, doch widerspricht die mikroscopische Analyse einer solchen Annahme wenigstens nicht. Höchst wahrscheinlich ist es übrigens, dass beide Arten des Vorkommens auftreten und dass aus dem die seltenen Erden haltenden Magma dieselben sich sowohl als selbstständige Mineralien, Mikrolithe, als auch in Vertretung von anderen im Titanite ausschieden, namentlich ist letzteres für die Yttererde wahrscheinlich.

Die vorliegenden Untersuchungen sind, ohne dies von vornherein zu beabsichtigen, auch ein kleiner Beitrag zu der von *Fr. Sandberger* nachgewiesenen weiten Verbreitung von Schwermetallen in kleinen Mengen geworden. Schon bei einigen älteren Phonolith-Analysen wird Kupfer in Spuren angegeben und es ist sehr leicht erklärlich, warum gerade dieses Metall nicht übersehen wurde. Da beim gewöhnlichen Verlauf der Silicatanalyse die Lösung nach Abscheidung der Kieselsäure nicht mit Schwefelwasserstoff behandelt wurde, so übersah man die Schwermetalle, die dann zum grössten Theil mit der Thonerde und dem Eisen-

oxyd niederfielen und gewogen wurden. Das Kupfer ging dabei aber als Kupferoxydammoniak in Lösung und verrieth sich durch seine blaue Farbe. So wurde z. B. in dem Phonolith von Salzhausen in Hessen 0,27 CuO, in dem von Wisterschan bei Teplitz 0,01 CuO gefunden.

Genauere Untersuchungen der Hegauer Gesteine (und anderer Phonolithe) zeigten, dass ausser Kupfer noch Blei, Antimon, Zinn, Nickel, Zink vorhanden waren, ebenso, aber untergeordnet, hier und da Arsen und Kobalt. Die Methoden, nach denen diese Metalle bestimmt wurden, sind weiter unten eingehender beschrieben. Sie finden sich sowohl im löslichen als im unlöslichen Theil, im ersteren vorwiegend Kupfer. Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass dieselben zum Theil andere Oxyde im Magneteisen substituiren, zum Theil an Kieselsäure gebundene Bestandtheile der Hornblenden und Augite seien, zumal schon *Sandberger* in diesen Mineralien ihre weite Verbreitung nachwies. Die Analyse des Hohenkrähener Amphibols bestätigt diese Annahme, da in demselben die gleichen Schwermetalle, wie in dem ganzen Phonolith, aber in bedeutend grösserer Quantität nachgewiesen wurden. *Sandberger* nimmt bekanntlich an, dass die auf Haarspalten circulirenden kohlensäurehaltigen Wässer diese kleinen Quantitäten von Schwermetallen in Lösung überführen und auf Gangspalten absetzen können. Da nun die Natrolithgänge bei den Hegauer Gesteinen unverkennbar Auslaugungsgänge im Phonolith sind, so lag es nahe, dieselben ebenfalls auf einen Gehalt an Schwermetallen zu untersuchen. Die oben angeführten Analysen gaben ein positives Resultat und es ist demnach dadurch bewiesen, dass sich solche Vorgänge, wie sie *Sandberger* seiner Lateralsecretionstheorie zu Grunde legt, auch im Phonolith des Hegaus vollziehen. Eine bedeutende Anreicherung der Klüfte an Metallen hat allerdings in unserem Falle nicht stattgefunden, doch ist zu bedenken, dass bei diesen Gangbildungen die Zeolithe stets die jüngsten Elemente sind und dass also vor ihrer Entstehung schon ein Theil der Schwermetalle fortgeführt werden konnte, wie sie auch schon an und für sich keinen günstigen Träger für Schwermetalle bilden. Einen weiteren Beweis dafür, dass letztere in der That aus der Gesteinsmasse extrahirt werden können, bietet der Umstand, dass der zersetzte Phonolith, welcher sich in unmittelbarer Nähe der Natrolithgänge vorfindet und unverkennbare Zeichen von Auslaugung erkennen lässt, sehr arm

an Schwermetallen ist; eine Bestimmung derselben ergab nur 0,04% Cu (Pb, Sb, Sn).

Die angewandten analytischen Methoden waren die bekannten. Das Gestein wurde mit Salz- und Salpetersäure in der Wärme behandelt, die lösliche Kieselsäure mit Natriumcarbonat extrahirt und der unlösliche Rückstand gewogen und dann mit Natriumkaliumcarbonat aufgeschlossen, resp. zur Bestimmung der Alkalien mit Fluorwasserstoffsäure behandelt Eisenoxydul wurde entweder in der zugeschmolzenen Glasröhre oder durch Lösen des Gesteins in Fluorwasserstoffsäure unter Einleiten von Kohlensäure bestimmt, das Oxydul des löslichen Theiles durch Zersetzen des Phonoliths mit Schwefelsäure unter Zugabe eines Carbonats im Ventilkolben und nachheriges Austitriren mit Kaliumpermanganat. Zur Bestimmung der $Ti\,O_2$ wurden die gewogenen $Si\,O_2$- und $Al_2\,O_3$-Mengen im Platintiegel zusammen mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen. Kalk wurde als Oxalat, Magnesia als Pyrophosphat, Mangan als Schwefelmangan, Chlor als Chlorsilber, Schwefelsäure als Baryumsulfat (aus schwach salzsaurer Lösung), Phosphorsäure als Molybdänsalz und schliesslich als Magnesiumpyrophosphat bestimmt. Zur Bestimmung der Alkalien diente neben den gewöhnlichen Methoden die neuere von *Knop*, die auch sehr zufriedenstellend mit den andern übereinstimmende Resultate ergab. Baryum und Strontium wurden spectralanalytisch in dem gewogenen Aetzkalk nachgewiesen, ebenso das Lithium in den Alkalien. Der Glühverlust bei den einzelnen Analysen ist als Wasser angegeben, dabei ist aber auch die Aufnahme von Sauerstoff bei der etwaigen Verwandlung der vorhandenen Oxydulsalze in oxydische, sowie das entweichende Fluor mit inbegriffen. Der bei den Analysen sich ergebende Mehrbetrag über 100 ist wohl grösstentheils auf Rechnung des Glühverlustes zu schreiben. Das Fluor wurde durch blosses Erhitzen im Glaskölbchen ausgetrieben und durch seine bleichende Wirkung auf Fernambukpapier erkannt, ein Theil verflüchtigte sich erst bei der Zersetzung mit Phosphorsalz. Zum speciellen Nachweis wurden ca. 20 gr Phonolith vom Hohenkrähen im Platintiegel mit Phosphorsalz geglüht und die entweichenden Gase mittelst eines kleinen Bleirohres in Chlorcalciumlösung aufgefangen, der entstandene Niederschlag erwies sich als Fluorcalcium.

Vor der Bestimmung der Schwermetalle wurden alle dazu verwendeten Reagentien mit Schwefelwasserstoff geprüft. Salz-

säure gab dabei direct gewöhnlich keine Trübung oder Niederschlag, wohl aber bei der Verdünnung mit der zehnfachen Quantität Wasser. In die so verdünnte Säure wurde unter gelindem Erwärmen tagelang Schwefelwasserstoff eingeleitet, dann, nachdem eine besondere Probe auch beim Abstumpfen mit Ammoniak und wiederholtem Einleiten keine Trübung mehr zeigte, von dem entstandenen Niederschlage abfiltrirt, resp. mit dem Heber abgezogen und wiederum concentrirt. Auf ähnliche Weise wurde die Salpetersäure gereinigt. Kalium und Natriumcarbonat wurden in verdünnten Lösungen dauernd mit Schwefelwasserstoff behandelt und dann längere Zeit unter Einleiten von Kohlensäure gekocht und zur Trockene gebracht, erst das so dargestellte Salz wurde zur Analyse verwandt. Bei dieser selbst wurden 15—20 gr Phonolithpulver (bei der qualitativen Prüfung ca. 50 gr) in der bedeckten Platinschale in der Muffel aufgeschlossen, sodann mit der gereinigten Salzsäure unter Zusatz von etwas gereinigter Salpetersäure zersetzt, die ganz concentrirte stark saure Lösung längere Zeit in der Wärme digerirt und schliesslich wiederholt zur Trockene gebracht, dann wieder in Salzsäure gelöst, bis alle Salpetersäure ausgetrieben war. Sodann wurde die Kieselsäure auf bekannte Art unlöslich gemacht und abfiltrirt. Die stark auf ca. 5 Liter verdünnte Lösung wurde nach eventueller Abstumpfung eines zu grossen Ueberschusses von freier Säure mit Natriumcarbonat auf ca. 60° erwärmt und Tage lang der Einwirkung von Schwefelwasserstoff ausgesetzt. Die grosse Verdünnung der Lösung und die lange Einwirkungsdauer des Schwefelwasserstoffgases sind unumgängliche Bedingungen der vollständigen Ausfällung der Schwermetalle, da z. B. das Blei mit den Chloriden des Natriums, Calciums u. s. w., wenn letztere in bedeutendem Ueberschusse vorhanden sind, leicht lösliche, durch Schwefelwasserstoff kaum zersetzbare Doppelsalze bildet. So kann beispielsweise Blei in einer concentrirten Lösung von Bleisulfat in Chlorcalcium, Chlormagnesium oder Chlornatrium durch Schwefelwasserstoff kaum nachgewiesen werden. Nach dem Absetzen der Schwefelmetalle wird die Flüssigkeit mit dem Heber klar abgezogen, der Rest durch ein gewogenes, bei 100° getrocknetes Filter abfiltrirt und mit ganz schwach salzsaurem Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen, bei 100° bis zur Gewichtsconstanz getrocknet und gewogen. Sodann wird es mit Soda und wenig Salpeter geschmolzen, der Schwefel so in Schwefel-

säure übergeführt und als Baryumsulfat gewogen. Das Gewicht des so erhaltenen Schwefels von dem der Sulfide abgezogen, gibt die Menge der reinen Metalle. Zur qualitativen Untersuchung der erhaltenen Sulfide wurden ca. 50 gr Phonolith auf die beschriebene Weise behandelt und die erhaltenen Sulfide vor dem Löthrohr weiter geprüft. Kupfer wurde in der Phosphorsalzperle sowie als Chlorkupfer nachgewiesen, Blei durch den Beschlag auf Kohle, und als Sulfat, Zinn durch den Beschlag und seine Reductionserscheinungen in der Phosphorsalzperle, Antimon durch den Beschlag und den schwarzen Fleck mit Zink und Salzsäure auf Platinblech, Arsen als Spiegel. — Aus der von den in saurer Lösung durch Schwefelwasserstoff fällbaren Sulfiden befreiten Flüssigkeit wurde der überschüssige Schwefelwasserstoff durch Kochen ausgetrieben, mit Salpetersäure oxydirt, mit Ammon wiederholt gefällt und das Mangan mit den Metallen dieser Gruppe nach dreitägiger Einwirkung durch farbloses Schwefelammonium gefällt und auf bekannte Weise im Wasserstoffstrom im *Rose*'schen Tiegel als Mangansulfid bestimmt. In dem Niederschlage wurde Zink durch seine Löthrohrreaktion auf Kohle, Nickel und Kobalt durch ihr Verhalten in der Phosphorsalz- und Boraxperle nachgewiesen. Das Ganze wurde sodann als Manganoxydul berechnet.

Es fehlte bisher eine Methode, um die seltenen Erden stets sicher im Gange der Analyse nachzuweisen und so mag es leicht sein, dass dieselben in geringer Quantität eine grössere Verbreitung besitzen, als wir gewöhnlich annehmen. Dafür spricht auch u. A. dass z. B. *A. Cossa* Ceroxyde im cararischen Marmor und Muschelkalk, und *Mayencou* solche in Eisensteinnieren von St. Etienne nachwies. Da nun aus petrographischen Gründen, der Analogie mit dem Eläolithsyenit, die Vermuthung nahe lag, dass auch im Phonolith seltene Erden, wenn auch nur in Spuren vorhanden seien, so beschäftigte sich der Verfasser seit geraumer Zeit speciell mit der Untersuchung der Phonolithe auf solche. Es handelte sich vor Allem darum, eine brauchbare Methode zur Nachweisung derselben in Silicaten festzustellen. Das Studium der schon vorhandenen Methoden erwies sich als ergebnisslos. Die geringe Zahl der überhaupt veröffentlichten Methoden war nur für bestimmte Fälle tauglich, und für die Analyse eines Silicats mit ganz geringen Mengen seltener Erden nicht anwendbar. Nach vielen Versuchen wurde die hier näher besprochene Methode als die am

raschesten und sichersten zum Ziele führende erkannt. Nebenbei hat sie noch die Annehmlichkeit, sich dem gewöhnlichen Gange einer Silicatanalyse möglichst anzupassen, so dass auch die anderen Bestandtheile im Laufe der Untersuchung festgestellt werden können. Das auf seltene Erden zu untersuchende Silicat wird mit der 6—8 fachen Menge Natriumkaliumcarbonat im Platintiegel über dem Gebläse aufgeschlossen. Handelt es sich um den Nachweis von Spuren seltener Erden, so ist ein grösseres Quantum, 50—100 gr, anzuwenden, dessen Aufschliessung am besten im Muffelofen in einer bedeckten Platinschale gelingt. Man gebraucht dabei die Vorsicht, die Schale in den noch kalten eben erst angeheizten Ofen zu stellen, um so durch die allmähliche Erhitzung die Kohlensäure langsam auszutreiben, ohne ein Ueberschäumen befürchten zu müssen.

Die aufgeschlossene Masse wird mit viel Wasser wiederholt ausgekocht und zwar unter Zusatz von Natriumcarbonat. Dabei geht der allergrösste Theil der Kieselsäure als Natriumsilicat in Lösung. Die Flüssigkeit muss längere Zeit im Kochen erhalten werden, da sonst Beryllerde und Zirkonerde gleichfalls in Lösung gehen können. Letztere kann ausser dem Natriumsilicat noch Chromsäure, Vanadinsäure, Mangan-, Wolfram-, Molybdän-, Selen-, Schwefel- und Phosphorsäure enthalten. Sie wird von dem Niederschlage abfiltrirt und eventuell auf jene Körper geprüft. Der mit heissem Wasser ausgewaschene Rückstand wird längere Zeit mit rauchender Salzsäure unter Zusatz von einigen Kubikcentimetern Alcohol behandelt, wobei der grössere Theil in Lösung geht. Die zurückbleibende Kieselsäure wird, ohne vorher zur Trockene zu bringen, durch ein doppeltes Filter abfiltrirt, mit Fluorwasserstoffsäure behandelt und auf Niob- und Tantalsäure geprüft. Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wird dem gewöhnlichen Gange der Analyse unterworfen und zuerst durch Schwefelwasserstoff ausgefällt. Das Filtrat wird mit etwas Salpetersäure oxydirt, mit Ammoniak gefällt, nachdem die freie Säure so viel als möglich verflüchtigt worden ist, um keine grossen Quantitäten von Ammonsalzen in der Flüssigkeit anzuhäufen. Das Filtrat wird, wie gewöhnlich mit Schwefelammonium etc. weiter behandelt. Der Ammoniakniederschlag enthält neben Thonerde und Eisenoxyd die seltenen Erden und Titansäure. Er wird mit heissem Wasser gut ausgewaschen und dann zur Trockene gebracht und geglüht, ein etwaiger Rückstand dabei ist auf

Yttererde zu prüfen, da sich diese in Salmiak löst. Der gut ausgewaschene Ammonniederschlag wird längere Zeit mit Kalilauge digerirt, dabei gehen Thonerde, Beryllerde und Chromoxyd in Lösung, Eisenoxyd bleibt mit den Ceroxyden, Zirkonerde, Yttererde, Titansäure zurück. Thonerde und Beryllerde werden auf bekannte Weise getrennt. Der Rückstand wird in der Kälte längere Zeit mit Ammoncarbonat digerirt. Dabei gehen die seltenen Erden und Titansäure in Lösung, Eisenoxyd (und etwas Thonerde) bleiben zurück, der Rückstand wird mit Essigsäure behandelt und mit Jod auf Lanthan geprüft. Die Ammoniumcarbonatlösung wird andauernd gekocht, dabei fallen die Ceroyde, Zirkonerde und Titansäure, Yttererde und Erbinerde aus. Der Niederschlag wird nun in wenig Schwefelsäure gelöst, mit Kalilauge fast neutralisirt und durch einige Krystallrinden von Kaliumsulfat gefällt. Dabei gehen Yttrium und Erbium in Lösung und werden durch Kalilauge als Hydroxyde gefällt. Die in Kaliumsulfat unlöslichen Doppelsalze von Cer, Zirkon, Thor werden mit Salzsäure in der Kälte behandelt und so Zirkonerde nebst etwas Titansäure in Lösung gebracht. Diese salzsaure Solution wird mit Zink reducirt und mit Curcumapapier auf Zirkonerde geprüft. Das Papier bräunt sich beim Trocknen, muss aber vor in der Laboratoriumsluft etwa vorhandenen Ammonsalzen geschützt werden. Die Reduktion der Titansäure muss mit grosser Sorgfalt (im Ventilkolben) ausgeführt werden, um Täuschungen zu entgehen. Zur speziellen Prüfung auf Cer dient die *Poppe*'sche Reaktion mit Salpetersäure und Bleihyperoxyd, entsteht dabei violete Färbung von Uebermangansäure, so filtrirt man wiederholt durch ein trockenes Filter und zerstört so die Uebermangansäure. Selbst die geringsten Spuren von Ceroxyd verrathen sich noch durch die gelbliche Färbung der Flüssigkeit, die besonders deutlich hervortritt, wenn man von oben in das Reagenzglas sieht. Man thut gut, zur Controle eine Quantität Bleihyperoxyd mit Salpetersäure allein zu erhitzen, um das Filtrat mit der Ceroxydlösung zu vergleichen.

Statt des oben beschriebenen Verfahrens führt auch der folgende Weg leicht zum Ziel. Der gut ausgewaschene Ammonniederschlag wird mit Oxalsäure digerirt, dabei gehen Eisenoxydul, Thonerde und Beryllerde in Lösung, die seltenen Erden bleiben mit Titansäure gemengt zurück. Durch anhaltendes Digeriren mit Ammoniumoxalat geht die Zirkonerde (nebst Titan-

säure) in Lösung, sie wird nach dem Verdampfen der Solution, Behandeln mit Schwefelsäure und Zink durch die Bräunung von Curcumapapier nachgewiesen. Die in Ammoniakoxalat unlöslichen Oxalate des Cers, Yttriums und der Thonerde werden durch Glühen in Oxyde übergeführt, wie oben beschrieben, durch Kaliumsulfat getrennt und dann durch Specialreactionen festgestellt. Es ist überhaupt nothwendig, dass sämmtliche seltene Erden, seien sie auf die eine oder andere Weise isolirt, noch durch Einzelreactionen geprüft werden, um jeder etwaigen Täuschung, die namentlich durch im Ueberschusse vorhandene Titansäure hervorgerufen werden kann, zu entgehen.

Die Aufgaben der anatomischen Institute.

Eine Rede gehalten bei der Eröffnung der neuen Anatomie in Würzburg am 3. November 1883.

Von

A. KÖLLIKER.

Hochgeehrte Versammlung!

Die Eröffnung einer neuen Universitätsanstalt legt von selbst die Frage nahe, ob die Errichtung derselben auch gerechtfertigt war und welchen Anforderungen ein solches Institut zu entsprechen habe. Auf die erste Frage näher einzugehen, kann ich wohl füglich unterlassen, da die grosse Mehrzahl von Ihnen und auf jeden Fall alle meine Collegen der medicinischen Facultät, sowie die jüngeren Commilitonen fast alle, die Unzulänglichkeit der bisherigen Räume aus eigener Erfahrung kennen; dagegen möchte eine Darlegung dessen, was die neue Anstalt zu leisten haben wird, eine würdige Aufgabe für eine solche Feier sein.

Die Wissenschaft der Anatomie ist von kleinen Anfängen nach und nach zu einem mächtigen Baue emporgewachsen, der in seinen vielen Räumen reichen und mannigfach verschiedenen Inhalt birgt. Im Mittelalter, bei *Vesal* und *Eustachio*, nichts als eine planmässige Beschreibung der Organe des Erwachsenen darstellend, schlossen sich schon sehr früh durch *Fabricius*, *Malpighi* und *Harvey* embryologische, durch *Volcher Coiter*, *Fabricius*, *Malpighi* und *Swammerdam* vergleichend anatomische, durch *Gessner*, *Rondelet* und *Aldrovandi* zoologische, durch *Malpighi* und *Leeuwenhock* mikroskopische und später durch *Morgagni* auch pathologisch-anatomische Schilderungen an, doch blieb auch diese, über ein immer weiteres Gebiet sich erstreckende Morphologie lange Zeit nur Stückwerk und vermochte nicht über eine mehr oder minder vollständige Sammlung von Thatsachen sich zu erheben. Erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts trat in dieser Beziehung eine Wendung ein und muss *C. Fr. Wolff* als der Gelehrte bezeichnet werden, der zuerst über die empirische Forschung sich erhob und die

Ergründung allgemeiner morphologischer Gesetze auf seine Fahne schrieb. In der That finden sich in seiner Theoria generationis und der Abhandlung über die Entwicklung des Darmkanales zum ersten Male wichtige allgemeine Fragen über die Entstehung der pflanzlichen und thierischen Hauptorgane mit Glück erörtert und wird von *Wolff* selbst die Beschaffenheit der einfachsten Formtheilchen der Organismen ins Auge gefasst. Diesen Anregungen folgend begannen am Ende des vorigen und am Anfange unseres Jahrhunderts viele Forscher, unter denen wir nur *Lamarck*, *Meckel*, *E. Geoffroy St. Hilaire*, *Cuvier*, *Bichat*, *Oken*, *Döllinger*, *Burdach* nennen wollen, ihre Blicke auf allgemeine Fragen zu lenken und brach sich schliesslich immer mehr die Ueberzeugung Bahn, dass die morphologische Betrachtung der Organismen, ebenso wie das Studium der anorganischen Natur, sich nicht mit der wenn auch noch so genauen Ergründung der einzelnen Thatsachen begnügen könne, sondern als letztes Endziel die Ableitung allgemeiner Bildungsgesetze anzustreben habe. Seit dieser Zeit ist diese Richtung nach und nach, namentlich seit *K. E. v. Baer*, *J. Müller* und *Schwann* dieselbe im Gebiete der Anatomie der Thiere mit so viel Glück vertraten, zur alleinherrschenden geworden und schwindet das Häuflein der Forscher immer mehr, die die Morphologie noch im alten Sinne betreiben. Als edelste Blüthe des neuen Lebens, das die Wissenschaft durchdrang, entfaltete sich endlich in unsern Tagen die Descendenzlehre oder die Lehre von den Entstehungsgesetzen der gesammten organischen Natur, die in *Carl Nägeli* und vor Allem in *Darwin* so glänzend ihre erste Begründung fand.

An diese morphologischen Studien über den Menschen und die Thiere schlossen sich sehr früh auch Untersuchungen über die Lebensvorgänge und im natürlichen Zusammenhange mit diesen auch solche über die chemischen Verhältnisse an. So entstand allmälig eine Wissenschaft, die den thierischen Organismus als Ganzes auffasste und am zweckmässigsten Biologie oder die Lehre von den gesammten Lebensvorgängen genannt wird.

Die weitere Frage ist nun die, in welchem Umfange und in welcher Weise hat der Anatom an der Begründung dieser Lehre mitzuwirken.

Fassen wir zunächst das erste ins Auge, so könnte es, da Form, Chemismus und Funktion in jedem Organismus im innigsten Verbande

stehen, auch für die thierischen Organismen als das Zweckmässigste erscheinen, die gesammte Biologie derselben im Zusammenhange zu behandeln und diese Wissenschaft Einem Lehrer anzuvertrauen, in derselben Weise, wie der Botaniker nicht nur die Morphologie der Pflanze im weitesten Sinne, d. h. die Lehre von den äusseren Formen, die Anatomie der Elementartheile und Organe und die Entwicklungsgeschichte, sondern auch die Physiologie und Phytochemie vertritt. Es hat sich jedoch ein solches Vorgehen als gänzlich undurchführbar erwiesen und zwar aus folgenden Gründen.

In erster Linie ist das Thierreich, ganz abgesehen von der Zahl der Formen, doch in viel mannigfacheren Abstufungen ausgebildet als das Pflanzenreich und in der innern Organisation und in den Lebensvorgängen so verwickelt, dass es die Kräfte eines jeden Einzelnen übersteigen würde, dasselbe in allen seinen Aeusserungen zu beherrschen und zu erkennen. Hiezu kommt als zweites Hauptmoment das, dass die höchste Form desselben, der Mensch, eine ganz hervorragende, und, wie man wohl sagen kann, exceptionelle Stellung einnimmt und mit Recht beanspruchen kann, zum Gegenstande ganz besonderer einlässlicher Studien gemacht zu werden. So ist es begreiflich, dass die Biologie der thierischen Organismen zu einer Theilung der Arbeit gelangt ist, von der die Botanik nichts Aehnliches aufzuweisen hat. Denn wenn auch hier einzelne Gebiete eine besondere Behandlung finden, so stellen doch die Botanik für Mediciner, die Agricultur-, Horticultur- und Forstbotanik nicht besondere Theile der gesammten Pflanzenlehre, sondern nur kleinere Abschnitte derselben, vor Allem der Systematik dar.

Dem Gesagten zufolge wird im Gebiete der Biologie der Thiere Alles, was sich auf die Lebensverhältnisse des Menschen bezieht, in besonderen Lehrvorträgen docirt und findet sich durch eigene Lehrer und eine besondere Facultät vertreten. Dieser Einen Wissenschaft vom Menschen steht nun aber nicht einfach die Biologie der Thiere entgegen, vielmehr ist auch hier aus Zweckmässigkeitsrücksichten eine mehrfache Gliederung entstanden. Einmal finden wir in diesem Gebiete als besondere umfassende Disciplinen:

a) die Zoologie oder die Lehre von den unterscheidenden Merkmalen der Thiere und der Classification derselben oder dem zoologischen Systeme und

b) die Biologie der Thiere im engeren Sinne mit ihren Unterabtheilungen, der vergleichenden Anatomie, Histologie und Embryologie, sowie der vergleichenden Physiologie.

Ausserdem ergibt sich hier zweitens noch ein besonderes Specialfach, die Biologie der Hausthiere, die als Theil der Thierheilkunde eine ähnliche Stellung einnimmt, wie die Anatomie und Physiologie des Menschen zur Medicin.

Diese Abzweigungen der Einen grossen Wissenschaft von den Lebenserscheinungen der thierischen Organismen, die, wenn auch leicht begreiflich, doch von einem umfassenderen Gesichtspunkte aus eigentlich nicht als gerechtfertigt erscheinen, haben nun zu einem Zwiespalte geführt, an dem unsere Universitätseinrichtungen gerade jetzt leiden und aus dem sie nur schwer zu einer naturgemässen und befriedigenden Lösung sich emporzuarbeiten vermögen, und zwar dem, dass die Anatomie und Physiologie der Thiere bald mit der menschlichen Biologie, bald mit der Zoologie verbunden sich findet. Einerseits ist die Zoologie von dem Einen Endpunkte, dem der äusseren Charaktere her, der Lehre von der gesammten thierischen Organisation näher getreten und erkennt immer mehr auch diese Seite als ein dringendes Bedürfniss für ihre Forschungen und Deductionen; andererseits vermag aber auch der menschliche Anatom und Physiologe von dem einseitigen, auf den Menschen allein beschränkten Standpunkte aus zu keiner höheren Einsicht und Wahrheit sich zu erheben und fühlen die Vertreter dieser Disciplinen die Nöthigung durch eine vergleichende Umschau ihre Auffassungen zu sichern und zu heben. So sind die Forscher beider Seiten in dem mittleren Gebiete der vergleichenden Biologie zusammengetroffen und haben bald mehr, bald weniger von demselben sich angeeignet.

Stellen wir nun die Frage: Soll die Zoologie allein die vergleichende Anatomie übernehmen, oder besitzt der Anatom hiefür die bessere Berechtigung? so fällt die Antwort nicht schwer und sagen wir einfach: Keiner von Beiden oder Beide. Bei näherer Ueberlegung können wir nämlich weder den einen, noch den andern der einseitigen Standpunkte, wie sie an vielen unserer Universitäten sich vertreten finden, für zweckmässig und gerechtfertigt halten und wäre es uns leicht zu zeigen, dass jetzt schon die Macht der naturgemässen Beziehungen stärker gewesen ist, als die gegebenen Verhältnisse und dass Umgestaltungen zu ent-

stehen im Begriffe sind und mehr weniger deutlich sich anbahnen, die zu dem führen werden, was einzig und allein als das Entsprechende erscheint. Und dies ist einfach das, dass die Biologie der Thiere sowohl in der medicinischen Facultät durch den Anatomen und Physiologen, als auch in der philosophischen Facultät durch den Zoologen ihre Vertretung zu finden hat.

In weiterer Ausführung dieses Satzes wollen wir nun zuerst die medicinische Facultät ins Auge fassen, in der vor Allem der Anatom und Physiologe, dann aber auch die Vertreter der pathologischen Anatomie und der allgemeinen Pathologie in Betracht kommen.

Das Studium der menschlichen Morphologie, mag dasselbe nun den Erwachsenen oder den Embryo betreffen, auf die Organe und Systeme oder die Elementartheile [1]) sich beziehen, ist nicht gedenkbar, ohne die verwandten Bildungen der Thiere, vor allem der Vertebraten, mit in Betracht zu ziehen. Nur durch eine umsichtige Rundschau, durch eine allseitige vergleichende Betrachtung wird es dem Anatomen möglich, einen höheren allgemeinen Standpunkt zu gewinnen, der ihm gestattet, mit Erfolg an dem Fortschritte einer ächt wissenschaftlichen Anatomie zu arbeiten und finden wir daher auch, dass schon seit langem alle hervorragenden Lehrer der Anatomie und Physiologie nach dem Vorbilde eines *J. Fr. Meckel*, *Döllinger*, *Rudolphi*, *K. E. v. Baer*, *E. H. Weber*, *J. Müller* und andern auch die vergleichende Anatomie, Histologie und Embryologie, vor Allem der höheren Thiere, in den Kreis ihrer Forschungen aufnahmen, ja wir können unbedingt sagen, dass die genannten comparativen Disciplinen den Medicinern ihre grössten Erfolge verdanken und selbst zum Theil, wie die vergleichende Histologie und Embryo-

---

[1]) Vor Kurzem hat *Hermann von Meyer* den auffallenden Satz aufgestellt: (Stellung und Aufgabe der Anatomie in der Gegenwart in Biol. Centralbl. 1883 No. 12, S. 358): „dass die Histologie, d. h. die Lehre vom Bau und Leben der Elementartheile, ebensowenig Anatomie sei, als Kenntniss der Baumaterialien Architektur oder hüttenkundige Kenntniss der Metalle Maschinenlehre.“ Eigenthümliche Baumaterialien das, die ohne Architekten den Organismus allein aufbauen! Anatomie ist und bleibt die Lehre von den Formtheilen der Organismen und den Gesetzen ihrer Entstehung und Umbildungen, mögen diese Formtheile nun von blossem Auge oder nur durch das Mikroskop wahrnehmbar sein. Dagegen ist die Lehre vom Leben der Elementartheile, sofern sich dasselbe nicht auf die Formbildung bezieht, nicht Histologie, sondern ein Theil der Physiologie.

logie, durch sie begründet worden sind. Der Zoologe steht diesen Gebieten ferner, um so mehr als er in der Regel nicht Mediciner ist und in der menschlichen Anatomie nur bis zu einem gewissen Grade orientirt erscheint. Aber auch wenn dies der Fall ist und auch Histologie und Entwicklungsgeschichte sich seiner Theilnahme erfreuen und selbständig von ihm bearbeitet werden, wird er doch bei der übergrossen Fülle des Materiales, das er zu beherrschen hat, kaum im Stande sein, den höheren Geschöpfen eine besondere Aufmerksamkeit zu schenken und dieselben nach der Seite zu behandeln, welche für den menschlichen Anatomen die wichtigste ist.

In noch viel höherem Grade trifft das eben Gesagte bei einer zweiten Disciplin zu, die, wenn auch erst im Werden begriffen, doch eine reiche Zukunft hat, ich meine die vergleichende Physiologie. Der Initiative der grossen Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, eines *Fontana*, *Réaumur* und *Spallanzani* entsprungen, und später vor Allem von der Anatomie, Physiologie und wissenschaftlichen Thierheilkunde gepflegt, verspricht diese Wissenschaft, die bei uns in Würzburg wohl zuerst Gegenstand von akademischen Vorträgen war, bald ein wichtiger Strebepfeiler der menschlichen Physiologie zu sein und wird als unentbehrliches Fach ebenso eine Berücksichtigung und Vertretung an unsern Universitäten finden, wie die vergleichende Anatomie, Histologie und Embryologie. Und dass in diesem Gebiete Mediciner die vorwiegend Berechtigten sind, wird wohl Niemand bezweifeln, dem die Geschichte der Physiologie bekannt ist, die ja ihre wichtigsten Ergebnisse durch Versuche an Thieren gewonnen hat. Eher könnte in Frage kommen, ob der Anatom oder der Physiologe der vergleichenden Physiologie näher steht, indem die Anatomie an dem Aufbaue dieser Wissenschaft einen wesentlichen Antheil genommen hat und die Physiologen häufig, bei vorwiegend physicalisch-chemischer Richtung, anatomischen Forschungen zu fremd gegenüberstanden, um das genannte Gebiet mit Erfolg in ihren Kreis zu ziehen. Auf der andern Seite zeigen aber die glänzenden Leistungen eines *Du Bois-Reymond, Brücke, Hensen, Pflüger, Preyer, Kühne, Engelmann* u. A., dass auch die Physiologie hier einen Ehrenplatz einnimmt und wollen wir daher nur ganz im Allgemeinen andeuten, dass in erster Linie Mitgliedern der medicinischen Facultät die Aufgabe erwachsen wird, das genannte wichtige Fach zu cultiviren, was nur an der Hand vergleichend

anatomischer Studien möglich ist. Mit diesem Ausspruche wollen wir jedoch in keiner Weise besagen, dass nicht auch Zoologen ein Interesse an der vergleichenden Physiologie haben und bei der Ausbildung derselben thätig gewesen sind und nur ausdrücken, dass ihnen diese Disciplin jedenfalls ferner steht als den Medicinern.

Endlich mag noch kurz angedeutet werden, dass selbst der pathologische Anatom und der Pathologe der vergleichenden Anatomie sich nicht zu entschlagen vermögen und dass die vergleichende pathologische Anatomie und die comparative allgemeine Pathologie wesentlich von Seite der Medicin und der Thierheilkunde her ihre Begründung erhielten und eine gedeihliche Fortentwicklung erwarten.

Wenn dem Gesagten zufolge dem Mediciner vor Allem das Studium der höheren Geschöpfe nahe liegt und von dem Zoologen nach dieser Seite weniger erwartet und gefordert werden darf, so besitzt dieser dafür eine Menge anderer Gebiete der Forschung und Gesichtspunkte, die den Anatomen weniger oder gar nicht berühren.

In erster Linie hat die Zoologie die Systematik, d. h. die Lehre von den unterscheidendsn Merkmalen und vor Allem von den äusseren Charakteren der gesammten Thierwelt als Gegenstand der Erkenntniss und der Forschung und wenn man auch von den Vorständen kleinerer Museen, wie sie an den meisten Universitäten bestehen, nicht verlangen kann, dass sie das gesammte Thierreich systematisch bearbeiten, so sind doch auch für sie Specialuntersuchungen über einzelne Abtheilungen durchaus nicht mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft und werden auch von fast allen Zoologen ausgeführt, selbst von solchen, die systematischen Arbeiten weniger freundlich gegenüberstehen. Und mit Recht, denn nur der Zoologe, der auf diesem Gebiete thätig war, ist voll berechtigt und befähigt, wissenschaftliche Zoologie zu treiben und zu fördern, welche als das Endziel seiner Forschungen anzusehen ist. Im Anschlusse an die systematischen Arbeiten wird der Zoologe auch der Aufgabe sich nicht zu entziehen vermögen, ein zoologisches Museum zu errichten und in gutem Stande zu erhalten und genügen die Mittel auch der kleinsten Universität, um die Haupttypen der Thierwelt und die Fauna des eigenen Landes zur Darstellung zu bringen. Denn es ist doch nicht zu vergessen, dass unsere Universitäten nicht allein dazu da sind, um die reine Wissenschaft

zu fördern, sondern auch gewissen practischen Zwecken zu dienen haben und in diesem Sinne auch Fachschulen darstellen und nicht nur Academieen. So erwartet der Mediciner vom Zoologen Vorträge und Demonstrationen über die für ihn so wichtigen Entozoen und Parasiten, der Lehramtscandidat, der Nationalökonom, der Forstmann, der Gebildete überhaupt Darstellungen über die Thiere des Landes, ihre Lebensverhältnisse, ihre Nützlichkeit oder Schädlichkeit und manche andere Beziehungen, die sich an dieselben knüpfen. Wir könnten es daher unmöglich billigen, wenn die Vertreter der Zoologie der allerdings mühevollen und nicht immer anziehenden Aufgabe sich entziehen wollten, auch systematische Zoologie zu treiben und, allen practischen Rücksichten aus dem Wege gehend, die Förderung der wissenschaftlichen Zoologie als ihre einzige Aufgabe betrachteten.

Ein ferneres Feld der Thätigkeit bieten dem Zoologen die vorweltlichen Thiere. Und wenn auch Niemand verlangen wird, dass derselbe Palaeontologie in derselben Weise wie der Geologe treibe, so wird doch auch für ihn eine genaue Kenntniss der ausgestorbenen Thierformen nicht zu umgehen sein.

Dass der Zoologe endlich auch der vergleichenden Anatomie mit allen ihren Abtheilungen, der gröberen Anatomie, der Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte sowie der vergleichenden Physiologie nicht entrathen kann, haben wir oben schon ausgeführt. Will der Zoologe allen an ihn zu stellenden Forderungen gerecht werden, will er das ungeheure Gebiet der lebenden und ausgestorbenen Thierwelt nach ihren äusseren Charakteren, ihren Lebensbedingungen und ihrer gesammten Organisation erkennen und die allgemeinen Gestaltungsgesetze für dieselbe ableiten, anerkennt derselbe zugleich die Forderung als berechtigt, dass er seine Kenntnisse auch andern nutzbringend zu verwerthen habe, so bleibt ihm offenbar keine Musse, um auch die Seiten speciell zu pflegen, die wir oben als die dem Anatomen und Physiologen näher stehenden bezeichneten, als da sind die vergleichende Anatomie, Histologie und Embryologie der höheren Thiere und die vergleichende Physiologie.

Sind wir in dem bisher Auseinandergesetzten von richtigen Grundsätzen ausgegangen, so ergibt sich von selbst, in welcher Weise die Lehrgegenstände und das Forschungs- und Lehrmaterial auf die medicinische und philosophische Facultät zu vertheilen sind. Erstere anlangend, so werden dem Anatomen und Physio-

logen zufallen einmal alle Vorträge, die sich auf den Menschen beziehen, wie die gröbere Anatomie in allen ihren Abtheilungen, die Anthropologie oder die Lehre von den natürlichen Verhältnissen des Menschengeschlechtes, die Gewebelehre und Entwicklungsgeschichte des Menschen, dann von vergleichend anatomischen Doctrinen Alles, was auf die höheren Geschöpfe Bezug hat und für die Begründung einer wissenschaftlichen Anatomie und Physiologie unumgänglich nöthig ist, somit vor Allem die vergleichende Anatomie und Physiologie der Wirbelthiere, und die comparative Embryologie und Histologie derselben.

Auf der andern Seite wird der Zoologe als Hauptaufgabe haben: die Darstellung der äusseren Charaktere und der Organisation des gesammten Thierreiches, oder das was auch fernerhin Zoologie genannt werden wird, ferner die Entwicklungsgeschichte des gesammten Thierreiches, mit Inbegriff der vorweltlichen Geschöpfe oder die Descendenzlehre. An diese Hauptfächer werden sich anschliessen: vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte vor Allem der Wirbellosen, so wie von practischen Rücksichten gebotene Vorträge, wie Zoologie für Lehramtscandidaten, für Mediciner, Specialcollegien über Parasiten u. s. w. Ist so auch keine ganz scharfe Trennung der beiden Gebiete möglich, so ist doch das, was der medicinischen und philosophischen Facultät zukömmt, in den wichtigsten Punkten hinreichend geschieden.[1])

---

[1]) Bei diesen Erörterungen haben wir einzig und allein das im Auge, was uns als das Zweckmässigste erscheint, doch wollen wir nicht verhehlen, dass die Verhältnisse mancher Universitäten ganz Abweichendes zeigen. Es gibt Anatomen, welche die wissenschaftliche Anatomie, andere die die Histologie und Embryologie vernachlässigen und nur systematische Anatomie treiben, bald mit der Richtung nach der practischen, bald nach der physiologischen Seite, oder selbst ohne solche Beziehungen. Wieder andere beschäftigen sich vorwiegend mit wissenschaftlicher Anatomie und legen auf die practischen Rücksichten wenig Werth. Ebenso gibt es Zoologen, die nur Systematik treiben, und andere, die vorwiegend vergleichende Anatomen oder Histologen oder Embryologen sind. In vielen solchen Fällen entstehen so Mängel im Lehrplane und müssen, wenn nicht die Universitäten Schaden leiden sollen, die Vertreter der morphologischen Disciplinen einander ergänzen und der Physiologe, der pathologische Anatom, der Chirurg und selbst der Palaeontologe eingreifen. Ueberhaupt wird immer, man mag theoretisch die Einrichtungen noch so gut getroffen haben, viel, wo nicht das Meiste, von den

Diesen Ausführungen entsprechend werden auch die betreffenden Sammlungen ihr bestimmtes Gepräge tragen müssen.

Die anatomischen Museen werden zu enthalten haben:

a) Alles was auf den Menschen Bezug hat;

b) in möglichster Vollkommenheit Präparate der höchsten menschenähnlichen Geschöpfe;

c) von den übrigen Wirbelthieren Alles, was für die Erkenntniss der morphologischen Gesetze und für die vergleichende Physiologie von Belang ist, somit vor Allem die Typen der verschiedenen Organisationen. Dagegen werden unwichtigere Variationen vernachlässigt werden können, und in keiner Weise eine Vollständigkeit anzustreben sein, wie sie überhaupt nur in wenigen grossen vergleichend-anatomischen Museen von Hauptstädten (Berlin, Paris, London, Kopenhagen) gefunden und auch von gewöhnlichen zoologischen Museen nicht verlangt wird.

d) Embryologische Präparate von Wirbelthieren in grösster Vollständigkeit.

e) Eine möglichst umfassende Sammlung mikroskopischer Präparate auch von Wirbellosen;

f) Von Wirbellosen: 1) Typen zur Erkenntniss ihres Baues und ihrer Entwicklung; 2) das für vergleichend-histologische Untersuchungen nöthige Material und 3) eine Sammlung der Parasiten des Menschen und der höheren Wirbelthiere, für den Fall, dass die zoologischen Museen dieser Abtheilung nicht die entsprechende Beachtung schenken.

Auf der andern Seite wird der Zoologe bei der Anlage und Vermehrung seines Museums folgende Gesichtspunkte im Auge haben müssen:

Persönlichkeiten abhängen und gelten daher unsere Auseinandersetzungen wesentlich für Fälle, in denen eine Umgestaltung bestehender Einrichtungen oder eine Einführung ganz neuer Anordnungen in Betracht kommt.

Mit unserer Auseinandersetzung über die Bedeutung der vergleichend anatomischen Disciplinen für den menschlichen Anatomen sind in vollem Einklang *W. Turner* (Anatomy as taught in the University of Edinburgh 1867 und Address at the opening of the new anatom departement of the Univ. of Edinburgh 1880), *O. Hertwig* (der anatomische Unterricht 1881), *J. Budge* (die Aufgaben der anatomischen Wissenschaft in der deutschen Revue 1882) und die grosse Mehrzahl der Lehrer der Anatomie an den deutschen Universitäten, wie dies sowohl aus ihren wissenschaftlichen Arbeiten, als aus ihrer Lehrthätigkeit hervorgeht.

a) In erster Linie wird ein solches Museum eine Sammlung der wesentlichsten Thierformen zum Studium ihrer äusseren Charaktere zu enthalten haben und zweitens muss auf jeden Fall in demselben die Fauna des eigenen Landes möglichst vollständig repräsentirt sein.

b) Hat dasselbe auch anatomische, histologische und embryologische Präparate zu enthalten, doch kann der Zoologe das mehr in den Hintergrund treten lassen, was der Anatom speciell zu cultiviren hat, wie die höheren und anthropoiden Wirbelthiere, die Embryologie und Histologie, sowie einzelnes nur physiologisch Belangreiche, und eine grössere Vollständigkeit vor allem bei den wirbellosen Thieren anstreben. Ausserdem wird sein Museum dem, was dasselbe vor allem veranschaulichen soll, nämlich der allmäligen Entwicklung und Umbildung der thierischen Typen ineinander eine besondere Rücksicht angedeihen lassen.

c) Im Gebiete der vorweltlichen Thiere kommen der Zoologe und Geologe zusammen und hat ersterer in seiner palaeontologischen Sammlung vor Allem die wissenschaftliche Vollständigkeit anzustreben.

Hier sowohl, wie noch viel mehr da, wo die Interessen des Anatomen und Zoologen ineinandergreifen, wird Alles darauf ankommen, dass von beiden Seiten das richtige Mass eingehalten werde. Wird dies nicht eingesehen und streng durchgeführt, will etwa der Anatom auch zoologische Interessen in extenso cultiviren, oder der Zoologe in erster Linie Anatom, Histologe und Embryologe sein, und beide ihre Museen nach diesem Gesichtspunkte einrichten, so laufen unsere Universitäten Gefahr, doppelte gleichartige Sammlungen unterhalten zu müssen, was unbedingt als nicht zulässig zu bezeichnen wäre. Eine gewisse Uebereinstimmung der vergleichend anatomischen, histologischen und embryologischen Sammlungen der medicinischen und der philosophischen Facultät ist jedoch in keiner Weise zu vermeiden und ebensowenig von Uebel, wie die Congruenzen zwischen den Sammlungen des Chemikers und Physikers; des Mineralogen, Geologen und Chemikers; des Prof. der Materia medica, des Mineralogen und technischen Chemikers.

Bei den bisherigen Auseinandersetzungen war immer nur von dem Anatomen und Zoologen die Rede. Nun ist aber noch zu bemerken, dass jetzt schon an den meisten Universitäten die

Morphologie des Menschen und der Thiere durch 3 Lehrer vertreten ist und zwar entweder durch zwei Anatomen und einen Zoologen oder durch einen Anatomen, einen vergleichenden Anatomen und einen Zoologen. Und mit Recht, denn das ungeheure Gebiet der Morphologie des Menschen und der Thiere ist für zwei Lehrer viel zu umfangreich. Frägt man, wie die einzelnen Disciplinen dieses Gebietes auf drei Lehrer zu vertheilen seien, so erscheint es uns bei Weitem am zweckmässigsten, zwei menschliche Anatomen und einen Lehrer für die Morphologie der Thiere aufzustellen, weil die menschliche Anatomie, ihrer hohen wissenschaftlichen und practischen Bedeutung halber, mehr Kräfte zu ihrer vollen Beherrschung benöthigt, als die Zoologie. Nach unserer Auffassung hätte dann der eine Anatom neben der systematischen Anatomie, die Beiden zukäme, vorwiegend die wissenschaftliche Seite und somit auch die vergleichend-anatomischen Fächer zu cultiviren, der andere mehr die practischen Beziehungen: doch dürfte Keiner einseitig nur dem Einen oder Andern sich zuwenden. Dem Zoologen drittens käme dann das Gebiet zu, das wir schon oben als das seine bezeichneten.

Den andern, an einigen Universitäten gegebenen Fall, dass ein Anatom, ein vergleichender Anatom und eine Zoologe in das Gebiet der thierischen Morphologie sich theilen, vermögen wir nicht als zweckentsprechend anzuerkennen, indem dann sowohl der Zoologe als auch der Anatom Gefahr laufen, die wissenschaftliche Behandlung ihrer Disciplin zu vernachlässigen und der eine reiner Systematiker, der andere einfach Fachlehrer zu werden.

Drei Professuren der Morphologie werden für die meisten deutschen Hochschulen als genügend erscheinen. Sollte jedoch an den grössten Universitäten das Bedürfniss eines vierten solchen Lehrstuhles sich einstellen, so würden wir diesem die vergleichende Anatomie und Physiologie mit allen Nebengebieten allein übergeben. In diesem Falle hätten der Zoologe und die zwei Anatomen ihre Thätigkeit in diesem Gebiete zu beschränken, d. h. dasselbe nur so weit in ihren Kreis aufzunehmen, als nöthig wäre, um ihren Forschungen und Lehren den wissenschaftlichen Sinn zu wahren.

Es erübrigt nun noch, der Beziehungen der Anatomie zur Physiologie zu gedenken, um so mehr als gerade in unseren Tagen sehr eigenthümliche Auffassungen nach dieser Seite sich geltend machen. Nach *H. v. Meyer*, dem Verfasser des Lehr-

buches der physiologischen Anatomie, ist die Erforschung der Gestalten als solcher beim Menschen fast als erledigt anzusehen [1]) und hat die Anatomie die Aufgabe, den Körper als einen Complex von physiologischen Apparaten aufzufassen und das Verständniss der Formen aus der functionellen Bedeutung der einzelnen Theile herzuleiten (l. s. c.). Neben dieser physiologischen Grundanschauung anerkennt nun allerdings *Meyer* noch eine zweite Methode, die Formen verstehen zu lernen, die er die „genetische Anatomie“ nennt, als deren durch die Embryologie und Zootomie zu erreichende Aufgabe er bezeichnet, aus den einfachsten Formen der Organe die entwickelteren durch einseitige Weiterentwicklung und fortschreitende Differenzirung der einzelnen Theile u. s. w. abzuleiten. Auch hier soll übrigens das Verständniss der Organe nur möglich werden, wenn man von der physiologischen Anschauungsweise ausgehe.

In dieser Auseinandersetzung *Meyer*'s vermissen wir ganz und gar das Verständniss dessen, was die Morphologie anzustreben hat. Es ist ja unzweifelhaft, dass die Deutung und die Erkennung der physiologischen Bedeutung der Organe von hohem Werthe ist, sowie dass jedes Organ zu besonderen physiologischen Leistungen in Beziehung steht; eine Betrachtung der Formtheile von diesem Gesichtspunkte aus nennt man jedoch Physiologie. Die Anatomie dagegen behandelt einzig und allein die Formen und die Gesetze ihrer Entstehung.

Gehen wir von dieser Anschauung aus, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

Die Formtheile der Organismen, mögen dieselben nun sogenannte Elementartheile oder Organe sein, lassen sich von einem

---

[1]) Dieser Satz kann unmöglich wörtlich gemeint sein, sonst müssten wir, wie schon andere vor uns, darauf aufmerksam machen, wie viel selbst in der sogenannten gröberen Anatomie noch zu thun ist. Die Verbreitung und das genauere Verhalten der Blutgefässe, z. B. im Rückenmark, in den Augen, in den Knochen und an manchen anderen Orten (man denke nur an die Arbeiten von *Braune*, *Langer*, *Zuckerkandl* und *Adamkiewicz*), die Anatomie der Lymphbahnen, die Lagerungsverhältnisse der Brust-, Bauch- und Beckenorgane, die feineren Verästelungen der Kopfnerven, das Auge, das Gehörorgan, die Gelenke u. s. w. sind Gegenstände, die noch lange nicht hinreichend erforscht sind und wenn man erst an die Structur der Organe und die Entwicklungsgeschichte denkt, deren Erforschung ja auch zur Aufgabe der Anatomie gehört, so sieht man leicht, wie viel beim Menschen noch zu thun ist.

doppelten Gesichtspunkte aus besprechen. Einmal als Formtheile an und für sich, wie sie auch im nicht lebenden, aber noch unveränderten Organismus sich finden und zweitens mit Rücksicht auf die Lebensvorgänge, die bei ihrer Entstehung stattfanden. Die erste Betrachtungsweise war, wie wir schon in der Einleitung erwähnten, Jahrhunderte lang die einzig geübte und verdiente die damalige Anatomie in keiner Weise den Namen einer Wissenschaft, indem dieselbe nicht mehr war, als eine mehr oder minder genaue Beschreibung der Bausteine, aus denen die Organismen zusammengesetzt sind. Erst von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an begann man die Formtheile als lebende ins Auge zu fassen, ihre Entwicklung und Bildung zu erforschen und den Versuch zu machen, Gesetze für dieselbe aufzustellen, mit anderen Worten, die Anatomie wissenschaftlich zu begründen.

Wie unterscheidet sich nun eine solche wissenschaftliche Anatomie von dem, was man Physiologie zu nennen gewohnt ist? Unserer Meinung nach kann man die erstere definiren als die Lehre von den Formen und den Lebenserscheinungen, die bei der Formbildung und Gestaltung der Organismen stattfinden und die Physiologie als die Wissenschaft von den Functionen der gebildeten Formtheile, mögen dieselben ganz entwickelte sein oder nicht. So gehört die Lehre von der Entstehung und Vermehrung der Zellen, sowie von der Bildung der höheren Elementartheile, ferner die Darlegung der ersten Entstehung des Embryo bis zur Vollendung aller Organe, endlich der Nachweis von der Entstehung und Umbildung der Organismen in einander oder die Descendenzlehre in die wissenschaftliche Anatomie. Die Physiologie dagegen beschäftigt sich mit den Bewegungserscheinungen gröberer und feinerer Art, die gebildete Elementartheile, wie Zellen, Wimperhaare, Samenfäden, Muskelfasern, Nervenzellen und Nervenfasern zeigen, sowie mit den Functionen der Organe des Embryo und des Erwachsenen, als da sind: Ernährung, Stoffwechsel, Kreislauf, Absonderung u. s. w.

Hier ist übrigens noch etwas anderes Wichtiges zu beachten. Einmal, dass die Gestaltung des Organismus und seiner Theile nicht nur direct vom Wachsthume, der Vermehrung und Umgestaltung seiner Formtheile abhängt, sondern dass auch manche an und für sich nicht formative Functionen einen Ein-

fluss auf dieselbe haben und zweitens dass bei der formbildenden Thätigkeit der Elementartheile Functionen mit im Spiele sind, die auch den fertigen Theilen zukommen. In diese Kategorie gehören der Stoffwechsel und die Bewegungserscheinungen bei sich vermehrenden und wachsenden Elementartheilen und was das erste anlangt, so gibt es viele Beispiele von Functionen fertiger Theile, die gestaltend wirken. So beeinflusst die Thätigkeit der Muskeln durch Zug und Druck die Gestaltung der Knochen und Gelenke, die Herzthätigkeit die Dicke der Gefässwandungen, die Athmungsvorgänge die Grösse der Lungen und die Gestalt der Thorax, u. s. w. — Alle diese und viele andere mit physiologischen Vorgängen verbundene bleibende Gestaltänderungen gehören ebenfalls in das Gebiet der wissenschaftlichen Anatomie.

Trotz dieses Ineinandergreifens der formbildenden und anderweitiger Lebensvorgänge lässt sich immerhin eine gute Grenze zwischen der Physiologie und der wissenschaftlichen Anatomie ziehen und hat letztere, wenn auch dem Physiologen unentbehrlich, doch keineswegs, wie *H. v. Meyer* meint, die Aufgabe, das Verständniss der Formtheile aus ihren Functionen abzuleiten. Wenn nichts desto weniger in der Anatomie an vielen Orten auf die Functionen der Organe Rücksicht genommen wird, wie z. B. in der Lehre von den Muskeln und Gelenken, so erklärt sich dies nicht aus innerer Nothwendigkeit, sondern einfach aus Zweckmässigkeitsrücksichten.

Wir fassen noch einmal zusammen. Es gibt eine Lehre von den Formen an und für sich, die auf die Lebensvorgänge keine Rücksicht nimmt, und nur die Bedeutung einer Hülfswissenschaft hat, die systematische Anatomie. Im Gegensatze zu dieser Disciplin fasst die wissenschaftliche Anatomie, die auch die vergleichende oder philosophische genannt wird, nur die lebenden Formen ins Auge und sucht deren Entstehung und Umbildung gesetzmässig zu begreifen. Diese Anatomie, die das Endziel eines jeden Morphologen sein sollte, bildet mit der Physiologie, die sich mit den Verrichtungen der Formtheile befasst, soweit als dieselben auf die Gestaltung keinen directen Einfluss haben, die Gesammtwissenschaft der Biologie oder die Lehre von den gesammten Lebensvorgängen der Organismen. — Die Zoochemie gibt wie die systematische Anatomie nur Material, dagegen ist physiologische Chemie ein Theil der Gesammtbiologie.

Nachdem wir im Vorhergehenden den Umfang und die Grenzen der Wirksamkeit des Anatomen abgesteckt haben, wenden wir uns jetzt zu einer Darlegung der Art und Weise, in welcher die Aufgabe desselben an unsern Universitäten zu lösen ist.

Es sind zwei Gesichtspunkte, die uns hier entgegentreten: der wissenschaftliche und der practische, von denen es sich frägt, ob einer dem andern unterzuordnen sei. Ein jüngerer Anatom, *Hertwig*, hat vor kurzem in seiner Antrittsrede[1]) den Satz aufgestellt „dass auf unseren Universitäten vor allen Dingen wissenschaftliche Anatomie gelehrt werden müsse"; ein älterer College, *His*,[2]) dagegen, spricht sich dahin aus, „dass eine wesentliche, in den Intentionen unserer Regierungen wohl die wesentlichste Bedeutung der anatomischen Anstalten darin liege, dass dieselben Fachschulen seien". — Unserer Auffassung zufolge vermögen wir weder dem, was *His* den Regierungen unterstellt, uns anzuschliessen, noch auch *Hertwig* Recht zu geben, vielmehr sind wir der Meinung, die auch *His* theilt, dass beide Seiten gleich berechtigt sind und dieselbe Beachtung zu finden haben. Die Frage ist nämlich nicht die, welche Behandlungsweise der Anatomie die bedeutungsvollere, gewissermassen die höherstehende sei, sondern es handelt sich darum zu wissen, welche Anforderungen die Universitäten, mit anderen Worten der Staat, an die anatomischen Anstalten machen, und da kann es doch wohl nicht in Frage kommen, dass diesen nicht allein die Aufgabe zukommt, die Wissenschaft an und für sich zu treiben, sondern dass sie, wie viele andere Universitätseinrichtungen, auch vollberechtigten practischen Interessen sich nutzbringend zu erweisen haben. — Eine solche Auffassung hindert nicht, „es als Grundgedanken des deutschen Universitätswesens zu bezeichnen, dass die Universitäten Pflegestätten der Wissenschaft sein sollen, an denen die Vorbildung für das Berufsleben durch die Erwerbung wissenschaftlichen Geistes erfolgt", wie ein ungenannter Verfasser in der Allgemeinen Zeitung von diesem Jahre besagt[3]), vorausgesetzt, dass man hinzusetzt, dass

[1]) *O. Hertwig*, Der anatomische Unterricht, Jena 1881, S. 14.

[2]) *W. His*, Ueber Entwicklungsverhältnisse des akademischen Unterrichts, Rektoratsrede auf 1882/83. S. 39.

[3]) Die Wandlungen des Universitätswesens in Oesterreich in der Beilage vom 11. März 1883.

diese Vorbildung einem guten Theile nach bereits an der Universität ins Leben zu treten habe.

Fragen wir nun, in welcher Weise der Lehrer der Anatomie von dem bezeichneten Standpunkte aus seine Disciplin vorzutragen habe, so ist klar, dass jedes Studium der Anatomie mit der Aneignung der Thatsachen zu beginnen hat, und dass erst, wenn diese bekannt sind, die wissenschaftliche und practische Verwerthung derselben folgen kann. Es wird daher an unseren Universitäten überall in erster Linie sogenannte systematische Anatomie getrieben, welche den Schüler durch geordnete Vorträge in die Kenntniss des gröberen und feineren Baues des Körpers und seiner Entwicklung einzuführen sucht. Von besonderer Wichtigkeit sind bei diesem Studium die Demonstrationen aller Art grösserer und mikroskopischer Präparate. welche die Beschreibungen und bildlichen Darstellungen des Lehrers durch die Vorführung der natürlichen Objecte ergänzen und legen wir daher in Würzburg schon längst den grössten Werth auf diesen Theil des Unterrichts und suchen mit möglichster Sorgfalt die Schwierigkeiten zu überwinden, die eine grössere Zal von Zuhörern solchen Vorweisungen setzt. Noch viel mehr ins Gewicht fallen aber die Arbeiten der Studirenden selbst, zu welchen ihnen die Präparirübungen und die mikroskopischen Curse Gelegenheit geben. Beide, vor Allem aber die ersteren, sind ein unumgänglich nöthiges Element in der Vorbildung der Mediciner und begreift auch der Laie, dass ohne diese Vorstudien an der Leiche ein practisches Eingreifen beim Lebenden ganz unmöglich ist. Es wird daher wohl kein Einsichtsvoller es den medicinischen Facultäten verargen, wenn sie alle Hebel ansetzen, um den anatomischen Anstalten die Mittel zu verschaffen, diese Seite des Unterrichtes möglichst zu pflegen und zu heben.

Haben die Mediciner entsprechende Kenntnisse in der systematischen gröberen und feineren Anatomie sich erworben, so folgt dann naturgemäss der Unterricht in der topographischen oder chirurgischen Anatomie, in welcher die einzelnen Regionen und Höhlen des Körpers mit Rücksicht auf die gegenseitige Lage der Organe und Systeme behandelt werden. Erst in diesen Vorträgen und Demonstrationen lernt der Studirende das kennen, was mit Rücksicht auf die spätere practische Thätigkeit unmittelbar von Belang ist, und sollte daher jede Anatomie

auf diese Seite des Unterrichtes ein ganz besonderes Gewicht legen. Und doch finden wir, dass diesen Vorträgen, die in Würzburg, wohl zuerst in Deutschland, schon im Jahre 1849 eingeführt und immer präparando an der Leiche gehalten wurden, lange nicht an allen Anatomieen die nöthige Beachtung geschenkt wird.

An diese Demonstrationen sollte sich dann noch das anatomische Studium des lebenden Menschen anreihen, welches jedoch an unseren Universitäten noch in der Kindheit sich befindet. Nur lebende Modelle, wie sie die Künstler benutzen, könnten hier ausgiebig helfen, wie wir schon längst in unseren Vorträgen betonen, doch sind wir selbst über die Verwerthung der unbekleideten Theile und der Extremitäten noch nicht hinausgekommen, und haben wohl allgemein nach dieser Seite die Kliniker und vor Allem die Chirurgen am Krankenbette mehr geleistet als die Anatomen. (Man vergl. auch *Max Schüller*, Ueber die heutigen Aufgaben des chirurgischen Unterrichtes in *Langenbecks* Archiv Bd. 28 Heft 4).

Fragen wir schliesslich, in welcher Weise der Lehrer der Anatomie, wenn einmal die Thatsachen gegeben sind, eine wissenschaftliche Behandlung seiner Disciplin zu bethätigen habe, so liegt unseres Erachtens seine Aufgabe nicht nur darin, dass derselbe einzelnen, ganz besonders begabten Schülern den Born seines Wissens ganz aufschliesst und sie so befähigt, selbst wiederum andern Generationen denselben Dienst zu leisten, vielmehr muss der Lehrer Allen ihm Anvertrauten den wahren wissenschaftlichen Geist einzupflanzen und ihren Sinn vom sogenannten Brotstudium weg auf Höheres zu lenken suchen. Zu dem Ende hin haben die Vorträge nicht allein in der Schilderung morphologischer Verhältnisse zu bestehen, vielmehr sollen dieselben die Studirenden dazu anleiten, die einzelnen anatomischen Thatsachen sorgfältig zu vergleichen und nach allen Seiten vergleichend anatomisch und embryologisch zu prüfen, um schliesslich durch Sonderung des Wesentlichen von dem Unwesentlichen zur Gewinnung allgemeiner, wichtiger Sätze und von Gesetzen aufzusteigen. Dies wird schon in den gewöhnlichen anatomischen Vorträgen geschehen können, in welchen, wie wir beispielsweise erwähnen, Vergleichungen des Schädels mit der Wirbelsäule, des Gehirns mit dem Rückenmark, der beiden Gliedmassen, der Nachweis der Bedeutung der Gehörknöchelchen und des Zungenbeins und noch viele andere allgemein wichtige Darstellungen mit

Leichtigkeit sich einfügen lassen. Noch mehr aber eignen sich für eine solche Behandlungsweise die Histologie und Embryologie, weil diese Disciplinen ein tieferes Eindringen in das erste Entstehen der organischen Formen und die allgemeinen Bildungsgesetze gestatten. In allen diesen Gebieten aber ist es die vergleichende Behandlung, die Rücksichtnahme auf den Bau und die Entwicklung aller Geschöpfe allein, welche die höchsten Ziele zu erreichen gestattet und wird aus diesem Grunde, wie wir nochmals betonen, kein Anatom, der diesen Namen wirklich verdient, je zugeben können, dass ihm das Gebiet der vergleichenden Morphologie entzogen oder vorenthalten werde.

Zum Schlusse meiner Darstellung erlaube ich mir nun noch einiges zur Geschichte der anatomischen Anstalten Würzburgs anzureihen.

Die erste Würzburger Anatomie wurde, verglichen mit allen andern Universitäten, unverhältnissmässig spät von den Fürstbischöfen Ph. Fr. v. Schönborn (1719—1724) und Chr. Fr. v. Hutten (1724—1729) in einem Gartenhause des Juliusspitals eingerichtet, welches jetzt noch besteht und vor kurzem wieder in seiner alten Form hergestellt wurde. Von der ursprünglichen Einrichtung dieser ersten Anatomie ist nur wenig bekannt und enthält die kurze lateinische Beschreibung von *Scheidler* (Siehe meine Rektoratsrede) alles, was wir von derselben wissen. Unter Fr. J. v. Erthal (1779—1795) wurde nach dem zweiten Jubiläum der Universität diese Anatomie neu organisirt und 1788 eingeweiht, bei welcher Gelegenheit der berühmte Chirurg *C. C. v. Siebold* die Festrede hielt. Diese Anatomie erhielt sich fast unverändert bis auf unsere Tage und wirkten an derselben in unserem Jahrhundert ausser *Döllinger*, den beiden *Hesselbach*, *Heusinger* und *Münz* auch *Mohr*, *Koelliker*, *Virchow* und *H. Müller*.

Die ersten Vorschläge zur Errichtung einer zweiten Anstalt, die ausser der menschlichen und vergleichenden Anatomie und der Physiologie auch die pathologische Anatomie und die physiologische Chemie aufnehmen sollte, gingen am 5. Januar 1842 von der medicinischen Facultät aus und erhielten noch in demselben Jahre im Allgemeinen die Billigung der höchsten Stelle. Doch dauerte es volle 8 Jahre, bis zum Jahre 1850, bis der Bau begonnen werden konnte. Derselbe verzögerte sich jedoch dadurch, dass die neu eingetretenen Professoren *Scherer*, *Koelliker* und *Virchow*

nach dem Tode von *Münz* noch wesentliche Abänderungen des ursprünglichen, von diesem hergestellten Plane vornahmen und konnte aus diesem Grunde das Gebäude erst im Sommer 1853 bezogen werden.

Diese zweite anatomische Anstalt war von Hause aus in ihrer ganzen Anlage verfehlt. Einmal umfasste dieselbe zu viele und zu heterogene Fächer, und zweitens waren die Pläne für die wichtigsten Räume, wie für die Hörsäle und den Präparirsaal, ganz mangelhaft und konnten auch durch kein späteres Eingreifen genügend verbessert werden, wollte man nicht den Umzug aus dem alten unmöglich gewordenen Loche — einen andern Namen verdiente damals die erste Anatomie nicht — ungebührlich verzögern. Es war daher nicht zum Verwundern, dass im Laufe weniger Jahre an dieser zweiten Anatomie die grössten Mängel sich herausstellten, um so mehr als auch die Frequenz der medicinischen Facultät immer mehr sich hob. Da auch die Unterbringung der Chemie in einem neuen Laboratorium dieselben nicht zu beseitigen vermochte, so schlug der Vorstand schon im Jahre 1862 den Bau eines besonderen amphitheatralischen Hörsaales vor, der jedoch keine Verwirklichung fand. Erfolgreicher war der Antrag auf einen Neubau, der durch ein besonderes Promemoria vom 11. Juni 1875 begründet wurde, indem derselbe im Jahre 1880 durch Se. Maj. König Ludwig II. mit den von dem Landtage hochherzig bewilligten Mitteln zur Ausführung genehmigt wurde. Diese neue Anatomie wurde bis zum Neujahre 1883 so weit gefördert, dass wenigstens die Präparirsäle und das Amphitheater bezogen werden konnten und in diesem Sommer fand dann die wirkliche Uebersiedlung und Beziehung des ganzen Gebäudes statt.

Der Plan zu dieser dritten Würzburger Anatomie, die wir heute feierlich eröffnen, dreissig Jahre nach der stillen Inaugurirung des zweiten Institutes der Art, wurde von dem jetzigen Vorstande der Anstalt mit möglichster Sorgfalt ausgearbeitet, nachdem derselbe vorher zum Theil allein, zum Theil in Gemeinschaft mit dem Universitätsarchitekten *H. Lutz* die neuen Anatomien von Berlin, Leipzig, Halle und Strassburg besichtigt und von den anatomischen Anstalten in Bonn, Kiel, Breslau und Pest durch genaue Pläne Kenntniss genommen hatte. Bei dieser Ausarbeitung hatte derselbe nicht nur, wie selbstverständlich, der einsichtigen Hülfe der Hrn. Architekten sich zu erfreuen, sondern es gingen ihm

auch eine Zahl älterer und jüngerer Collegen. unter denen mit besonderem Danke die HH. *Geigel*, *Michel* und *Ph. Stöhr* namhaft zu machen sind, mit Rath und That an die Hand.

So ist ein Bau entstanden, der, wenn man berücksichtigt, dass demselben eine bestimmt begrenzte Bodenfläche zu Gebote stand, wohl ohne Unbescheidenheit als ein im Wesentlichen Entsprechender bezeichnet werden kann. Die Hauptgesichtspunkte, die bei demselben als massgebend erschienen, waren einmal der, möglichst viel Licht und Luft zu gewinnen, welchem zu Liebe die Zimmer, so weit es anging, nur an Einer Seite angelegt und gross und hoch gebaut wurden. Zweitens hielten wir daran fest, die gröberen anatomischen Arbeiten zu concentriren und wurden daher alle hierauf bezüglichen Räume auf die Seite der neuen pathologisch-anatomischen Anstalt verlegt und von den andern Theilen des Gebäudes geschieden. Endlich erachteten wir es — angesichts der so schnell baufällig und unzulänglich gewordenen zweiten Anatomie — für gerathen, die Räume eher zu gross zu gestalten und den Bau möglichst solid zu halten. Ersteres ist, wie wir glauben, gelungen — obschon im vorigen Winter 134 Zuhörer der Anatomie, 80 Mikroskopiker und 227 Präparanten unsere grössten Säle nicht als übertrieben geräumig erscheinen liessen [1]) — ob auch in letzterer Beziehung das Erforderliche und Wünschbare ganz erreicht ist, muss die Zukunft lehren. Auf jeden Fall ist es geglückt, den wichtigsten Theil des Neubaues durch den Herrn Baumeister *Weber* untadelig und mit grösster Sorgfalt ausgeführt zu erhalten und dasselbe lässt sich auch noch von manchen anderen der betreffenden Arbeiten sagen. Gut ausgeführt sind, wie wir hoffen, die von dem Herrn Architekten und dem Vorstande mit Genehmigung der Universitätsverwaltung, bei der wir stets die beste Unterstützung fanden, selbständig vergebenen Arbeiten, wie die Fussböden und die inneren Einrichtungen der Hörsäle und Zimmer und glauben wir somit sagen zu dürfen, dass im Ganzen genommen. diese 3. Würzburger Anatomie einen guten und gelungenen Eindruck macht.

Möge dieselbe, grossartig wie sie erscheint, auch der Wissenschaft, der Universität und Bayern stets grosse Dienste leisten und die Hoffnungen erfüllen, die man in sie zu setzen berechtigt ist.

[1]) In diesem Winter zählen wir 163 Anatomen, 98 Mikroskopiker, und 280 Präparanten u. mussten bereits die Sitzplätze des Amphitheaters (138) vermehrt werden

Beobachtungen über das gelbe Fieber

von

Dr. A. HAUSMANN,

früher Arzt in St. Louis.

Mit einleitenden Bemerkungen

von

C. GERHARDT.

(Mit Tafel I.)

Herr Dr. *Hausmann*, einer meiner früheren jenenser Zuhörer hatte während der Epidemie von 1878 den Posten eines Quarantänearztes in St. Louis inne. Welche Gefahr damit verbunden war, sagt der officielle Bericht des Gesundheits-Commissärs *C. W. Francis* mit den Worten: Fast alle Beamten und Wärter die dahin geschickt wurden, erkrankten nach 1—2 Wochen an hybriden Fieberformen, die, wenn nicht gelbes Fieber, doch etwas ähnliches waren. Die Art, wie Herr Dr. *Hausmann* diese gefahrvolle Stellung zu Studien über das gelbe Fieber mit voller Kaltblütigkeit benützte, findet ein schönes Zeugniss in dem Umstande, dass der officielle Bericht über die Quarantäne nur von Dr. *Hausmann* ausführliche Krankengeschichten bringt, wohl auch in den nachfolgenden Blättern.

Jene Epidemie von 1878 hat eine ausführliche Beschreibung gefunden in den Reports to the St. Louis Medical Society on yellow fewer, herausgegeben von *W. Hutson Ford.* Darnach wurden in die Quarantäne-Anstalt im Ganzen 135 Fälle aufgenommen, worunter 97 Gelbfieberkranke. Dagegen betrug die Gesammtzahl aller im Jahre 1878 in St. Louis zur Beobachtung gekommenen Gelbfieberfälle 151 mit 71 Todesfällen. Ueber die Hälfte der Erkrankungen kam somit in der Quarantäne zur Beobachtung. Wenn die Mortalität in der Stadt etwas grösser war als in der Quarantäne, so war dies vielleicht nur anscheinend, leichtere Fälle in der Stadt mögen hie und da nicht zur Mitberechnung gekommen sein. Das Comité, das eingesetzt war, um die Beziehungen des Gelbfiebers zu studieren, kam zu folgenden Schlüssen:

1) Gelbfieber wird erworben in St. Louis durch Berührung mit Erkrankten oder mit der Kleidung von Personen, die bei

Erkrankten waren, durch den Eintritt in die Räume der Dampfer oder die Berührung mit ihrer Ladung.

2) Gelbfieber oder eine gleichschlimme, nicht davon unterscheidbare, ebenso contagiöse Erkrankung wird in der Stadt erzeugt durch schlechte sanitäre Verhältnisse.

3) Die Bevölkerung von St. Louis erlangt in den meisten Fällen die Empfänglichkeit für gelbes Fieber erst spät zu Ende September oder im Monat October.

4) Geschwächte und besonders Malariakranke sind für die Ansteckung besonders empfänglich.

5) Eine Art hybrides Fieber (Abortivform) ausgezeichnet durch öftere starke Fröste entsteht in St. Louis durch Berührung mit Oertlichkeiten und Gegenständen, die in Beziehung mit Gelbfieberkranken waren.

6) Zur Verhütung ist möglichst strenge Quarantäne nöthig bis November oder bis zu dauerndem Mittel der Wochentemperatur unter 40°.

7) In der Quarantäne sind die Gelbfieberkranken streng zu scheiden und von gesondertem Personal zu behandeln.

8) Der Boden soll nicht aufgewühlt, die Kanäle sollen nicht verbessert werden während der Herrschaft der Krankheit.

9) Die Kranken sollen aus der Stadt geschafft und isolirt werden.

10) Alle sanitären Massregeln sollen getroffen und beendet sein vor Ende Juli.

11) Die Krankheit ist contagiös, unzweifelhaft, aber nicht in hohem Masse; da die Empfänglichkeit bewirkt wird durch meteorologische Einflüsse in Verbindung mit Fäulnissausdünstungen, ist noch mehr Werth als auf strenge Quarantäne auf Drainage und auf allgemeine sanitäre Massregeln zu legen.

Diese Sätze, die hier kurz wiedergegeben wurden, zeigen wie die Schutzmassregeln, so die theoretischen Schlüsse über Verbreitung und Entstehung des Gelbfiebers, welche während jener Epidemie des Jahres 78 in St. Louis gewonnen wurden. In therapeutischer Beziehung wurden namentlich Versuche mit Tet veratri viridis gemacht, gtt 1--5 Tag und Nacht so oft, dass der Puls 10—20 Schläge unter normal erhalten wurde. Das Ergebniss dieser Versuche machte auf die Beobachter günstigen Eindruck. Die Zahl der so behandelten Fälle war jedoch nicht sehr gross.

Die Erfahrungen, welche Dr. *Hausmann* während jener Epidemie machte, folgen hier aus einem Brief entnommen und seine pathologisch-anatomischen Ergebnisse werden durch die beigegebene Tafel zur Anschauung gebracht.

Aetiologie. Das gelbe Fieber gehört zu den miasmatisch contagiösen Krankheiten, analog dem Typhus und der Cholera. Die Verhältnisse, unter denen eine Anzahl Fälle in der Stadt St. Louis entstand, berechtigen zu der Annahme, dass ein specifisches Contagium die Krankheit erzeugt, welches zu seiner Vermehrung eines ausserhalb dem Körper gelegenen günstigen Bodens bedarf. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht besonders eine interessante Erscheinung in dem Auftreten einer localen Epidemie in dem Quarantaine-Hospital, in welchem während eines Zeitraumes von 4 Monaten 97 Fälle mit einer Mortalität von 38—39 % zur Behandlung kamen. Während dieser Periode kamen vier Fälle von Ansteckung vor und betrafen dieselben Personen, welche wenig oder gar nicht in Berührung mit den Kranken kamen, den Ingenieur, den Hausverwalter, dessen Tochter und den Superintendenten (letztere zwei starben), der ebenfalls nur wenig mit der Behandlung der ausgesprochenen Fälle zu thun hatte, da ich diese Abtheilung selbständig übernommen. Von dem übrigen Personal, Aerzten und Wärtern, welche fast beständig mit den Patienten in einem Raume waren und oft genug mit denselben in directen Contact kamen, erkrankte nicht ein einziger.

Eine weitere Bestätigung der indirecten Uebertragung liefert anscheinend die Entstehung einer Anzahl Fälle auf dem Quarantaine-Dampfer, welcher den Transport von in der Stadt entdeckten Patienten besorgte. Vom 20. August bis zu meiner Versetzung an das Hospital, Anfang September, war das Boot unter meiner Aufsicht und wurde die Desinfection mit fast übertriebener Sorgfalt ausgeführt. Sieben Wochen später, am 9. Oct., zeigte sich der erste Fall von Gelbfieber an Board, welches bis zum 20. dess. Mts. fünf Personen, gerade die Hälfte der Mannschaft, hinwegraffte.

Analoge Verhältnisse finden wir bei einer Epidemie in der Vorstadt Carondelex, der vom 17. Septbr. bis zum 27 Octbr. 12 Personen zum Opfer fielen. Ob noch andere, günstig verlaufende Fälle existirten, liess sich nicht entscheiden. Die einzige nachweisbare Gelegenheit für Infection war in diesem Falle die Landung eines Dampfers, des Porter, welcher die Seuche den

Ohio hinauf bis nach Pittsburg verschleppte und zahlreiche locale Heerde den Ufern entlang erzeugte. Bei dieser Gelegenheit verliess eine Anzahl der Mannschaft das Schiff und hielt sich eine Zeit lang im Orte auf. Trotzdem dass man niemals erfahren, dass Einer davon nachträglich erkrankte und ungeachtet der langen Zeit zwischen der Landung am 3. August und dem Ausbruch des Fiebers am 17. September, erscheint es nicht zu gewagt, gegenüber analogen Zeitverhältnissen bei der Epidemie auf dem Ohiodampfer und im Hospital (in welchem alle Fälle, mit einer Ausnahme, nach dem 7. Oct. fielen) einen causalen Zusammenhang anzunehmen.

Directe Ansteckung ist nur in einem Falle sicher constatirt, wobei es natürlich unentschieden bleibt, inwieweit die Person oder die Sachen des Patienten dabei in Anbetracht kommen. Im Stadt-Hospital erkrankte nämlich der Wärter eines am Gelbfieber leidenden Mannes an derselben Krankheit und starb. Hier liess sich eine Maximal-Periode der Incubation mit Sicherheit als sechs Tage bestimmen und ausser in diesem, liess sich nur in einem einzigen anderen Falle die Dauer derselben als neun Tage angeben. Die kurze Dauer der Incubation gegenüber der langen Zeit, welche verfloss, ehe im Spital und auf dem Dampfer, trotz beständiger Gelegenheit zu directer Infection, die Krankheit ausbrach, scheint entschieden für indirecte Uebertragung zu sprechen.

Symptome und Verlauf. Mässige Schüttelfröste, Fieber, Lumbar und Kopfschmerzen, sowie in schweren Fällen lebhafte Injection der Conjunctiva, bilden die constanten Symptome. Das Fieber erreicht selten eine bedeutende Höhe, nur 2mal mass ich eine Temperatur von 40^{4} C, in einem günstig und einem tödtlich verlaufenden Falle. Der Puls entspricht nicht der Temperatur und war z. B. 116 im ersteren, 100 im letzteren. Nach Verlauf von 2—3 Tagen lässt das Fieber nach, die Temperatur sinkt auf 39 und oftmals weit darunter, meist auf 38^{5}, bei einer Pulsfrequenz von 90 bis normal und darunter, Kopf- und Lendenschmerzen verschwinden, dafür stellt sich aber Empfindlichkeit der Magengegend, Brechneigung und die ersten Anzeichen des allgemeinen Icterus ein, welche Symptome sich schnell zu dem characteristischen Krankheitsbild entwickeln. In schweren Fällen entdeckt man jetzt bereits kleine röthliche Flecken in den erbrochenen glasigen Massen, als Vorboten des mit Recht so gefürchteten schwarzen Erbrechens, „black vomit". In der Regel

stirbt der Kranke vor dem siebenten Tage unter Symptomen höchster Schwäche mit einem hochgradigen Jcterus. Ausnahmsweise sah Schreiber dieses einen herculischen Neger fast zwei Wochen lang, bei täglichem copiösen Erbrechen geronnenen Blutes, mit einem Pulse von 48—60, dem Tode trotzen. Ein in den Lehrbüchern erwähnter aashafter Geruch lässt sich in einer Minderzahl der Fälle deutlich wahrnehmen. Die Reconvalescenz ist immer eine sehr langsame und nicht selten von Rückfällen unterbrochen. Ein constantes Symptom bildet ferner die Albuminurie und führt die ihr zu Grunde liegende Nieren-Affection zu einem sehr interessanten, von dem gewöhnlichen Verlauf ganz verschiedenen Krankheits-Bilde. Nachdem die im ersten Stadium milde auftretenden Erscheinungen fast gänzlich verschwunden sind, ohne dass sich Jcterus, Brechneigung etc. einstellen, wird man ohne Kenntniss der Anamnese schwerlich glauben, einen hoffnungslosen Todes-Candidaten vor sich zu haben. Bei der Untersuchung stellte sich jedoch heraus, dass der Patient unverhältnissmässig lange keinen Urin gelassen und die Anwendung des Catheters, durch welchen nur eine ganz geringe Quantität stark eiweisshaltigen Harns zu Tage gefördert wird, bestätigt das Vorhandensein vollständiger Harn-Suppression und lässt nur eine lethale Prognose, Tod durch Uraemie, zu. So viel ich erfahren konnte, ist kein einziger Fall von Heilung in diesem Stadium constatirt. Bei dieser acuten Nieren-Affektion scheint trotz der kalten Haut und des abnorm langsamen Pulses noch eine ganz geringe Temperatur-Erhöhung zu bestehen, wenigstens fand ich dieselbe jedes Mal bei Messungen im After.

Als Resultat sämmtlicher in St. Louis zur Kenntniss gelangten Fälle, 151, ergab sich eine Mortalität von 47 % oder 71 Todesfälle. Betrachtet man jedoch die in der Stadt und Umgegend entstandenen Fälle für sich, 31 an der Zahl, von denen 23 tödtlich verliefen, so steigt die Mortalität für diese Rubrik auf die enorme Ziffer von 74 %.

Der pathologisch-anatomische Befund ergibt eingreifende Veränderungen der wichtigsten Organe, aus denen sich die entsprechenden Symptome ungezwungen erklären lassen. Es handelt sich um eine acute fettige Degeneration mit körnigem Zerfall, welche vorzugsweise Herz, Leber, Nieren, Milz und Magen betrifft, von so acutem Verlauf wie er, ausser bei Phosphor-Intoxication meines Wissens niemals beobachtet wird.

Sämmtliche Gewebe des Körpers sind gelb tingirt. Die Muskulatur des Herzens weich und leicht zerreissbar. Ebenso verhält sich das Parenchym der Leber und Niere und denselben Befund bot die Milz in dem einzigen Falle, in welchem vorausgegangene Malaria nicht das Bild getrübt. Die Schleimhaut des Magens war in jedem Falle mit zahlreichen Blut-Extravasaten durchsetzt. Die Lunge bot anscheinend nichts Abnormes und wenn man aus den Funktionen schliessen darf, würde auch das Gehirn keine grob anatomischen Veränderungen zeigen. Leider gestatteten mir die Umstände nicht, ausführlichere Untersuchungen über das Verhalten der Blutgefässe und namentlich der Capillaren anzustellen und muss ich bei dem Mangel eines Sectionsprotokolls die pathalogische Anatomie auf eine Erklärung der in der Zeichnung dargestellten Veränderungen der Zellen und der Muskel-Fasern von Leber, Niere und Herz, beschränken.

I und II Leber-Zellen. b I normale Zelle. Inhalt körnig trüb, vielfach mit grossen Fettkörnern erfüllt, welche eine Ausbuchtung der Wand und Verzerrung der Zellenform verursachen. Nicht selten finden sich geborstene Zellen, deren körniger trüber Inhalt wolkig herausgequollen. Kerne vergrössert, deutlich sichtbar, wenn nicht vollständig durch Fetttropfen verdeckt. IIa geborstener Zellkern.

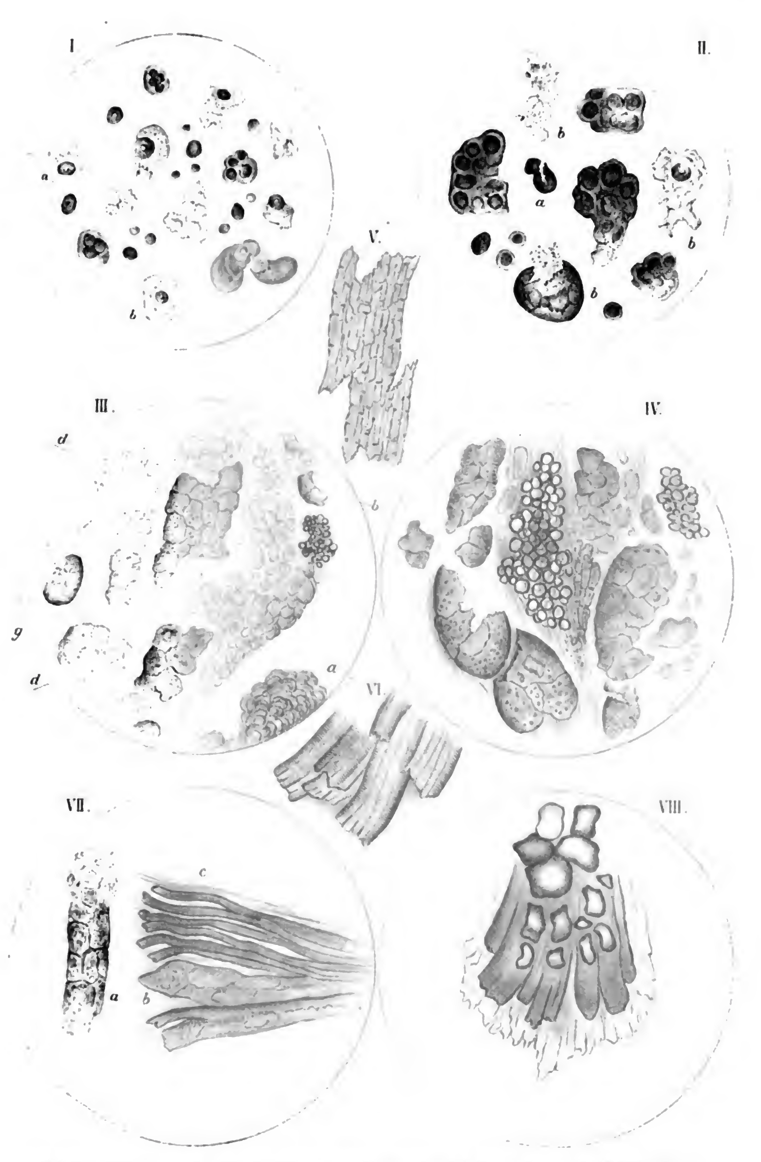
III und IV pathologische Niere, V Stück von einem normalen Harnkanal bei Vergrösserung wie III. Epithel der Harnkanäle, vergrössert, resp. geschwollen, mit trübem, körnigem Inhalt. Die Glomeruli erscheinen als gleichmässige rundliche Körper, ohne dass Differenzirung der einzelnen Gewebebestandtheile möglich wäre. Zahlreiche traubenförmige Fettablagerungen in dem interstitiellen Gewebe IIIa Glomerulus, g, wahrscheinlich Lumen eines Canälchen, dessen Epithel bis auf die eine geborstene Zelle verloren worden.

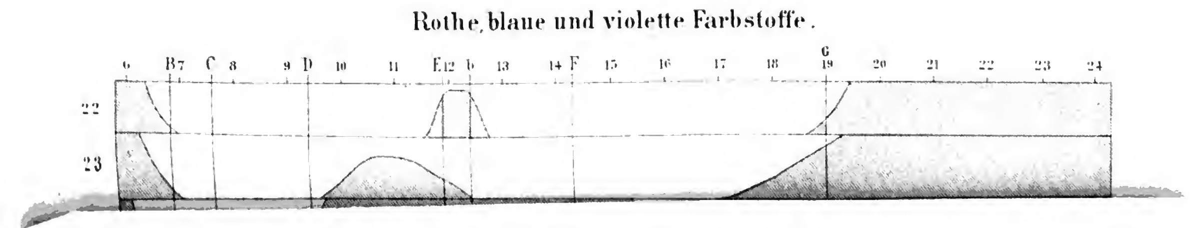
VII und VIII pathol. Herz, VI normales, bei Vergr. wie VIII. Wolkige Trübung des Inhalts der Primitiv-Fibrillen mit vollständigem Verlust der Querstreifung Zwischen den Muskelbündeln zahlreiche grosse Fettzellenbündel erhalten durch die Fettbildung im Innern das Aussehen einer zelligen Structur wie in VII a, b VII c M. B. in Primitiv Fibrillen aufgelöst, ohne eine Spur von Querstreifung.

Sectionen wurden sehr bald nach dem Tode gemacht, waren

jedoch mit Schwierigkeiten verbunden, weil keine Vorrichtungen, Bestecke u. dgl. vorhanden und Niemand assistiren wollte.

Therapie. Aus dem Verlauf des gelben Fiebers und den ursächlichen pathologisch-anatomischen Veränderungen lässt sich von vornherein annehmen, dass wir von einer analogen antipyretischen Behandlung wie beim Typhus wenig zu erwarten haben. Es ist in diesem Falle nicht die Höhe der Temperatur und eben so wenig die lange Dauer derselben, worin die Gefahr besteht, denn das Fieber ist selbst im Anfang der Krankheit selten abnorm hoch und kommt vom 2.—3. Tage an kaum mehr in Betracht. Es sind vielmehr die schweren Funktions-Störungen der Niere, des Herzens, der Leber und des Magens, welche sehr bald dem Krankheits-Bild einen specifischen Character verleihen, indem sie die wichtigsten und constanten Symptome, Harn-Suppression, Icterus, Erbrechen, event. schwarz, und kleinen, schwachen, trotz des Fiebers verlangsamten Puls, hervorrufen. In den Fällen wo alle anderen Symptome gegen die Nieren-Affection gänzlich zurücktreten, scheint es als ob die Infection nicht intensiv genug gewesen, um die Functionen der übrigen Organe zu suspendiren, oder mit anderen Worten, dass die Niere empfindlicher gegen das Contagium ist als jene. Selbstverständlich lässt sich von keiner Therapie direkter Nutzen erwarten. Dass mit keiner Behandlungsweise besondere Erfolge erzielt wurden, oder, was auf eins herauskommt, dass eine jede von ihren Anhängern übermässig gepriesen, darf desshalb nicht verwundern. Die in New-Orleans versuchte Behandlung mit eiskalten Einwicklungen welche sehr unwissenschaftlich, ohne zu individualisiren, angewendet wurden, erwies sich dementsprechend als nutzlos oder schädlich und von der, nach amerikanischer Manier marktschreierisch in dem Rapport der St. Louis medicin. Gesellschaft empfohlenen Anwendung der Veratrum Tinctur, darf man sicherlich auch nicht mehr erwarten als Herabsetzung von Temperatur und Puls. In den wenigen Fällen wo Temperaturen von 40 oder darüber einen therapeutischen Eingriff indicirten, habe ich unbedenklich kalte Einwicklungen angewandt und werde denselben in Berücksichtigung des Zustandes der Magenschleimhaut immer den Vorzug geben. Der Zweck wurde erreicht, in wie fern, oder ob überhaupt, in einem günstig verlaufenden Falle diese Behandlung einen Einfluss auf den Ausgang übte, lasse ich dahin gestellt. Die ganze Therapie ist deshalb ausschliesslich symptomatisch.


I.
II.
III.
IV.
V.
VI.
VII.
VIII.
a
b
c
d
g


Rothe, blaue und violette Farbstoffe.
6
B 7
C
8
9
D
10
11
E 12
b
13
14
F
15
16
17
18
G
19
20
21
22
23
24
22
23

Einiges über Centren und Leitungsbahnen im Rückenmark des Frosches

mit einem Excurs über Leitungsbahnen im Rückenmark von Kaninchen und Katze

nach Versuchen, an denen die Herren Dr. *C. Wegele*, Stud. *Hirsch*, und Stud. *Fuhr* Theil genommen haben,

dargestellt von

Dr. JOHANNES GAD,
Assistent am physiologischen Institut zu Würzburg.

(Mit 2 Tafeln.)

§ 1. Zur Frage nach directen motorischen Leitungsbahnen im Rückenmark des Frosches.

Nachdem die Zählungen von *Stilling* gelehrt hatten, dass etwa doppelt soviel Nervenfasern durch die Wurzeln in das Rückenmark eintreten, als mit den weissen Strängen in das verlängerte Mark gelangen, musste die einst lebhaft verfochtene Meinung, dass alle Rückenmarksnerven im Hirn ihren ausschliesslichen Ursprung besässen, definitiv fallen gelassen werden. Man war seitdem geneigt, sich zu der entgegengesetzten Ansicht zu bekennen, das heisst, für jede Spinalnervenfaser eine centrale, durch eine Ganglienzelle repräsentirte, Endigung innerhalb des Rückenmarkes selbst vorauszusetzen, ohne dass man jedoch hierin zu einer festen Ueberzeugung gelangen konnte.

Am übersichtlichsten schienen, seit der Aufstellung des *Deiters*'schen Schemas der grossen Ganglienzellen der Vorderhörner,[1] die Verhältnisse für die Nervenfasern der vorderen Wurzeln zu sein, da die Annahme sehr nahe lag, dass jede dieser Fasern, kurz vor ihrem Austritt aus dem Rückenmark, aus dem Axencylinderfortsatz einer solchen Zelle entstände. Dieser Annahme sich ohne Weiteres hinzugeben, verhinderten aber doch einige gewichtige Thatsachen. *Kölliker* hat bekanntlich gezeigt, dass aus den motorischen Wurzeln markhaltige Fasern, ohne Unterbrechung durch Ganglienzellen, quer zur vorderen Commissur und nach Durchsetzung derselben zum Seitenstrang der

[1]) *O. Deiters* Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865. S. 56.

anderen Seite ziehen. wo sie nach oben umbiegen. *Meynert* und *Huguenin* haben die Ansicht vertreten, dass Fasern des Facialis und Hypoglossus bei den entsprechenden Kernen der Medulla oblongata vorbei in der Richtung zum Hirn ziehen, ohne wie die übrigen Fasern mit Ganglienzellen der Kerne des verlängerten Markes in Verbindung zu treten. — *Meynert* bezeichnet diese Fasern als „directe“ oder „Willkürfasern“. Die Mehrspältigkeit der centralen Projection anatomisch einheitlicher Muskeln ist principiell an dem Beispiel des musculus rectus internus des Auges erwiesen. Die Muskelfasern jedes graden inneren Augenmuskels haben zum Theil im Oculomotorius-Kern derselben Seite, zum Theil im Abducenskern der entgegengesetzten Seite ihre centrale Projection.[1]) Wir haben es hier sicher mit einer besonderen Art von centraler Einrichtung für Bewegungs-Coordination zu thun, welche ich als Coordination durch räumliche Zusammenordnung der motorischen Ganglienzellen bezeichnen möchte im Gegensatz zu einer andern Art centraler Coordinationseinrichtung, welche wir im Verlaufe dieser Untersuchung beim Frosch realisirt finden werden.

Nach den angeführten Erfahrungen kann man es keinesfalls als ein, den Aufbau des Centralnervensystems beherrschendes Princip anerkennen, dass jede motorische Nervenfaser in dem ihrem Körpersegment entsprechenden Theil des Centralorgans ihre centrale Endigung in einer Ganglienzelle findet, ja man muss sich sogar die Frage offen halten, ob nicht die Nervenfasern, welche denselben Muskel versorgen mit ihren ersten centralen Endigungen Projectionssystemen verschiedener Ordnung angehören, je nachdem sie reflectorisch, automatisch oder willkürlich erzeugte Erregungen dem Muskel mitzutheilen haben.

Für einen Theil der Nervenfasern der hinteren Rückenmarkswurzeln hat man es wohl als ein physiologisches Postulat ansehen zu müssen geglaubt, einen weder durch Ganglienzellen noch durch Fasernetze unterbrochenen Verlauf durch das Rückenmark hindurch und bis zum Centralorgan des Tastsinnes anzunehmen, da ohne diese Annahme das Erscheinen bestimmt lokalisirter Tastempfindungen im Bewusstsein, kaum zu verstehen

[1]) *M. Duval* et *J. V. Laborde* De l'innervation des mouvements associés des globes oculaires. Journ. de l'anat. et de la physiol. VI. p. 56. — *G Graux*, De la paralysie du moteur oculaire externe avec déviation conjuguée. Thèse Paris 1878 p. 99.

sei. In Betreff der centralen Leitungsbahnen der motorischen Erregungen liegt eine ähnliche Nöthigung jedesfalls nicht vor. Man kann sich sehr gut denken, dass die motorische Ganglienzelle des Projectionssystems niederster Ordnung als Schaltstück für den einfachsten Reflexvorgang und auch für die Uebertragung der aus Systemen höherer Ordnung zugeleiteten Erregungen auf dieselbe Muskelfaser dient. Da ich nachgewiesen habe,[1]) dass jede central partielle Erregung eines Muskels auch peripher partiell bleibt, so muss eine solche Einrichtung, bei welcher dieselbe Muskelfaser reflectorisch, automatisch und willkürlich erregt werden kann, zweckmässiger erscheinen als jede andere, bei welcher jeder Muskel nur mit einem Theil seiner Fasern zu Reflex- mit einem anderen zu Willkürbewegungen benutzt werden könnte. Im Interesse der Coordination functionell zusammengehöriger Muskeln hat die Mehrspältigkeit der centralen Projection anatomisch einheitlicher Muskeln einen guten Sinn, indem die centrale räumliche Zusammenordnung desselben Muskels mit anderen in mehreren Combinationen der Leichtigkeit seiner Verwendung für verschiedene Zwecke nur zu Gute kommen kann. Da die sich hieraus ergebende centrale und periphere partielle Erregung des anatomisch einheitlichen Muskels auch der feineren Abstufung der zu entwickelnden Spannungen und der Oekonomie der Kräfte dient, so findet der scheinbare Luxus in Anlage motorischer Elemente durch alle diese Rücksichten seine Rechtfertigung. Zu der Annahme aber, dass die Verschwendung soweit getrieben sei, dass von den Fasern desselben Muskels die einen nur dem einfachen Reflex, andere nur der Automatie, noch andere nur der Willkür dienten, haben wir keine Veranlassung. Diese Annahme wäre aber identisch mit derjenigen von der Vertheilung der centralen Projection des Muskels auf Projectionssysteme verschiedener Ordnung, wie eben aus der Thatsache folgt, dass jede central partielle Erregung auch innerhalb des Muskels partiell bleibt. Die Erkenntniss dieser Thatsache ist also wohl geeignet, das allgemeinere Vorkommen von „directen" oder „Willkürfasern" als sehr unwahrscheinlich hinzustellen.

Insofern ein Muskel unter dem Einfluss des Willens in einer auch sonst geläufigen Muskel-Combination in Thätigkeit ge-

[1]) Ueber einige Beziehungen zwischen Nerv, Muskel und Centrum. Festschrift zur dritten Säcularfeier der Alma Julia Maximiliana, gewidmet von der medizinischen Facultät Würzburg Bd. II S. 45.

räth, wird gewiss eine im Interesse dieser Combination etwa vorhandene räumliche Coordination von Ganglienzellen dieses Muskels mit denen der anderen an der Combination betheiligten benutzt, besondere Leitungsbahnen, welche an den Ganglienzellen dieser räumlichen Coordination vorbei und ohne durch sie unterbrochen zu werden von einem Projectionssystem höherer Ordnung bis zum Muskel durchgingen, hätten keinen Sinn. Aber auch wo es sich um willkürlich erlernte besondere Combinationen von Muskelthätigkeiten handelt, wovon die willkürliche ausschliessliche Innervation eines einzelnen Muskels ein besonderer und zwar der localisirten Tastempfindung sehr ähnlicher Fall ist, wird die Annahme directer Leitungsbahnen durch das Bedürfniss nach Verständniss nicht postulirt. Im Gegentheil, wenn wir beobachten, was bei dem Erlernen solcher aussergewöhnlichen und besonders der auf einen einzelnen Muskel beschränkten Innervationen in uns vorgeht, so merken wir, dass die auf den vorgestellten Zweck gerichtete Intention zunächst durch Muskelactionen bald in der einen, bald in der anderen geläufigen Combination beantwortet wird und dass die dem Zweck entsprechende reine Bewegung bei fortschreitender Uebung nach und nach dadurch zu Stande kommt, dass immer mehr unzweckmässige Mitbewegungen unterdrückt werden. Haben wir gelernt, bei gewisser mässiger Innervationsintensität die neue Bewegung rein auszuführen und steigern wir nun den Bewegungsimpuls, so treten zunächst wieder Mitbewegungen auf, welche meist anderen Combinationen geläufiger Bewegungen entsprechen als die, welche beim ersten Erlernen zu überwinden gewesen waren. Wir bekommen durchaus den Eindruck als wenn die zum Zweck des Erlernens der neuen Bewegung besonders gangbar zu machenden Bahnen keine neuen, bis dahin unbenutzten sind, sondern als wenn sie zu verschiedenen, bis dahin in anderem Zusammenhange benutzten Bahncombinationen gehören.

Die Annahme directer Willkürbahnen ist also weder ein physiologisches Postulat noch würde sich die mit der Realisirung solcher Bahnen verknüpfte Verschwendung in der Anlage und Unterhaltung motorischer Elemente durch compensirende Zweckmässigkeits-Rücksichten erklären lassen. Auch hat sich die Existenz von directen Willkürbahnen im Rückenmark dort nicht geltend gemacht, wo man es wohl hätte erwarten können. Bekanntlich ist es nicht gelungen bei absteigenden Degenerationen

in den Pyramiden-Seitenstrangbahnen, degenerirte Fasern bis in die motorischen Wurzeln zu verfolgen oder solche in peripheren Nerven nachzuweisen. Nichtsdestoweniger wird es durch die Schwierigkeit der Frage, sowie durch ihre fundamentale Wichtigkeit vollkommen gerechtfertigt erscheinen, wenn man sich weder bei dem Ergebniss allgemeiner Betrachtungen noch bei dem negativen pathologisch-anatomischen Befunde beruhigt, sondern immer wieder nach Thatsachen sucht, aus denen sich eine directe Beantwortung der Frage ergeben könnte.

Bei dem neuesten Versuch, in dieser Richtung vorzudringen, hat man sich, wie einst *Stilling*, an die Zählmethode gewandt. *Birge* hat unter *Gaule's* Leitung im physiologischen Institut zu Leipzig mit sehr dankenswerthem Fleisse das Zahlenverhältniss zwischen den Fasern in den vorderen Wurzeln und den grossen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarkes vom Frosch festzustellen gesucht.[1] Er findet die verglichenen Zahlen wesentlich gleich und er schliesst daraus, dass jeder motorischen Wurzelfaser eine grosse Ganglienzelle entspreche und dass durch das Zählungs-Resultat die Existenz durchgehender motorischer Fasern mit Sicherheit ausgeschlossen sei.

Setzen wir zunächst die Richtigkeit der Zählung voraus, so würden wir doch die Bündigkeit des aus ihrem Resultat gezogenen Schlusses nur anerkennen können unter der Annahme der absoluten Giltigkeit des *Deiters*'schen Schema's für die grossen Ganglienzellen des Frosch-Rückenmarkes. Wenn jede dieser Zellen einen und nur einen *Deiters*'schen Axencylinderfortsatz hat, dann ist der Schluss streng. Die Anwendbarkeit des *Deiters*'schen Schema's auf alle grossen Ganglienzellen der Vorderhörner des Rückenmarkes ist doch aber kein Axiom von absoluter Giltigkeit. Muss man in der Anwendung dieses Schema's nicht vorsichtig sein, wenn ein so umsichtiger und unbefangener Forscher wie *Stieda* offen bekennt, nie einen *Deiters*'schen Axencylinder-Fortsatz gesehen zu haben.[2] Dass ein solcher Fortsatz an Ganglienzellen des Frosches überhaupt schon beschrieben worden sei, ist mir nicht bekannt.

A priori scheint es mir nicht einmal besonders wahrschein-

---

[1] *E. A. Birge.* Die Zahl der Nervenfasern und der motorischen Ganglienzellen. du *Bois-Reymond's* Archiv 1882 S. 435.

[2] *L. Stieda.* Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XX. S. 424

lich zu sein, dass alle grossen Ganglienzellen des Frosch-Rückenmarkes gleichwerthig unter einander sind. Durch die Mannigfaltigkeit von coordinirten Bewegungen, deren der unterhalb der Medulla oblongate decapitirte Frosch noch fähig ist, wird die Annahme nahe gelegt, dass unter diesen Zellen coordinirende Elemente sind, (Sammelzellen, *Stieda*[1]) die gar nicht direct, sondern erst durch Vermittlung anderer Ganglienzellen (Wurzelzellen, *Stieda*) mit den motorischen Wurzelfasern zusammenhängen. Der Coordination von Bewegungen würde es auch zu Gute kommen, wenn die motorische Ganglienzelle unterster Instanz mit mehr als einer motorischen Wurzelfaser zusammenhinge. In Anbetracht dieser, durchaus nicht unwahrscheinlichen Möglichkeiten[2]) kann der von *Birge* aus seinen Zählungs-Resultaten gezogene Schluss gegen die Existenz durchgehender Rückenmarksfasern nicht als bindend anerkannt werden.

Aber auch gegen die Zählungs-Resultate selbst müssen ernste Einwendungen erhoben werden. Abgesehen davon, dass die Uebereinstimmung in den Zahlen erst erzielt worden ist, nachdem zu den grossen Ganglienzellen auch kleinere, nicht genau definirte und wohl kaum genau definirbare Elemente hinzugezählt wurden, worüber in der Abhandlung wenigstens so gut wie möglich Rechenschaft gegeben ist, hat eine andere Fehlerquelle in der Darstellung gar keine Berücksichtigung gefunden, so dass man über ihre Tragweite dort auch gar keine Auskunft erhält.

Während der Gefahr ausdrücklich gedacht wird, dass zu grosse Dicke der Schnitte die Anzahl der Ganglienzellen zu klein erscheinen lassen könnte wegen der Möglichkeit der theilweisen optischen Deckung übereinander gelegener Zellen hat der Verfasser es unterlassen, anzugeben, wie er sich davor geschützt hat, dieselbe Ganglienzelle doppelt zu zählen, wenn sie in zwei aufeinanderfolgenden Schnitten mit erheblichen Theilen ihres grossen Körpers repräsentirt ist. Da die Dimensionen der grossen Ganglienzellen[3]) die Dicke, welche *Birge* seinen Schnitten gegeben hat,[4])

[1]) l. c. S. 433.

[2]) Es ist gewiss beherzigenswerth, dass *R. Wagner* aus grossen Zellen der elektrischen Lappen im Gehirn von Torpedo nicht nur, wie in der Regel je eine „echte Nervenfibrille", sondern gelegentlich auch deren zwei entspringen sah. Göttinger Nachrichten 1851 No. 14, citirt bei *Deiters* a. a O. S. 57.

[3]) 0,040 mm im Mittel in der Längsaxe des Rückenmarks nach *Stieda* l. c. Seite 279.

[4]) 0,020 mm l. c. Seite 447.

um das Zweifache übertreffen, so muss das angedeutete Vorkommniss häufig eingetreten sein. Vor dem Doppeltzählen wird man sich in der grösseren Mehrzahl von Fällen dadurch allerdings wohl schützen können, dass man ein ganglienzellenartiges Gebilde nur dann mitzählt, wenn man darin einen Kern von typischer Beschaffenheit constatirt hat. Dazu gehört aber mehr Musse und wahrscheinlich stärkere Vergrösserung als bei der Schnelligkeit des Durchzählens, auf welche Gewicht gelegt wurde, angewandt werden konnten. Wäre ein solches Kriterium benutzt worden, so hätte dies jedesfalls in der Darstellung ausdrücklich hervorgehoben zu werden verdient.

Ich habe mir an einem in Schnittserien zerlegten mit Carmin gefärbten Rückenmark vom Frosch durch eigene Anschauung ein Urtheil über den erörterten Punkt zu bilden gesucht. Die Dicke der Schnitte war dieselbe, wie sie *Birge* angewandt hatte. Ich betrachtete dieselben zunächst bei einer Vergrösserung von 60:1 und übte mich im schnellen Durchzählen dessen, was mir bei unbefangener Beobachtung als grosse Ganglienzelle imponirte. Dann fertigte ich von einer Reihe aufeinanderfolgender Schnitte mit Hilfe des Zeichen-Apparates Abbildungen auf Curvenpapier und zeichnete mit besonderer Aufmerksamkeit alles das ein, was ich als Ganglienzelle gezählt hatte. Untersuchte ich nun bei stärkeren Vergrösserungen jedes dieser Gebilde auf das Vorhandensein eines typischen Kernes, so fand sich eine gewisse Zahl darunter, welche desselben entbehrten. (Vgl. Fig. 2 Taf. V) Da sich mit Hilfe des Curvenpapieres correspondirende Punkte aufeinanderfolgender Zeichnungen leicht finden liessen, so zeigte es sich, dass die kernlosen Gebilde grosse abgeschnittene Theile von Ganglienzellen waren, deren kernhaltige Theile im benachbarten Schnitt lagen.

So viel aus meinen, bisher allerdings nicht sehr ausgedehnten, Zählungen unter Anwendung dieser Kriterien hervorgeht, würde ich bei schnellem und unbefangenem Durchzählen etwa 40 % der grossen Ganglienzellen doppelt zählen. Ob dies Verhältniss auch für die Zählungen des Herrn *Birge* zutrifft, muss ich dahin gestellt sein lassen, als das wahrscheinlichste Resultat muss ich es aber betrachten, dass in der That erheblich mehr motorische Wurzelfassern als grosse Ganglienzellen der Vorderhörner beim Frosch vorhanden sind. Keinesfalls enthält die

Arbeit von *Birge* einen überzeugenden Beweis gegen die Existenz durchgehender motorischer Fasern.

Haben wir nun auch überhaupt die Verhältnisszahl zwischen motorischen Wurzelfasern und grossen Ganglienzellen der Vorderhörner als ungeeignet erkannt, um aus derselben, selbst wenn sie uns mit Sicherheit bekannt wäre, einen Schluss auf Existenz oder Nichtexistenz der durchgehenden motorischen Fasern zu ziehen, so würde diese Zahl doch dann grosses Interesse gewinnen, wenn wir auf anderem Wege das Vorhandensein durchgehender Fasern ausschliessen könnten. Für den Frosch ist mir nun dieser Ausschluss wie mir scheint mit einiger Sicherheit gelungen.

Gäbe es durchgehende Fasern im Rückenmarke des Frosches, so würde es bei elektrischer Reizung des von der Medulla oblongata abgetrennten Brustmarkes voraussichtlich gelingen, Reactionen vom Hinterthier zu bekommen, deren Beginn nur durch die gewöhnliche Fortpflanzungszeit der Erregung im Nerven von dem Reizmoment getrennt wäre. Man sollte erwarten, dass ein derartiger Erfolg, wenn überhaupt so am ersten dann unter Anwendung zeitmessender Methoden nachzuweisen wäre, wenn man den entsprechend belasteten Schreibhebel eines Myographions mit den äussersten Zehenspitzen der Hinterextremitäten verbände, da auf Reizung des obersten Brustmarkes des Frosches stets Anziehen der Beine mit Beugung im Knie und Fussgelenk erfolgt.[1])

Ich habe nun sehr häufig, zu verschiedenen Jahreszeiten, an frisch gefangenen und länger aufbewahrten Exemplaren von Rana esculenta und temporaria, Versuche nach dem angedeuteten

---

[1]) Obgleich Versuchsreihen von *Cyon*, *Exner* und *Langendorff* vorliegen über die Zeit, welche die Erregungswelle für ihren Ablauf durch das Rückenmark des Frosches von der Medulla oblongata bis zum Austritt durch die motorischen Wurzeln des Lumbalplexus braucht, so konnte ich mich der Anstellung eigener Versuche nach neuem Plan doch nicht überhoben fühlen. Die genannten Forscher haben für diese Erregungsleitung, abgesehen von erheblichen Differenzen in den absoluten Werthen, allerdings das Uebereinstimmende gefunden, dass sie mehr Zeit braucht, als sie in einem gewöhnlichen motorischen Nerven brauchen würde. Was mich aber hindert, dieses Versuchs-Resultat ohne Weiteres in der Frage nach der Existenz durchgehender Fasern zu verwerthen, ist der Umstand, dass in allen Versuchsreihen nur mit einzelnen Muskeln, wie es scheint sogar nur einzig und allein mit dem Wadenmuskel operirt worden ist. — Vergl. *Cyon* Bulletin de l'Acad. imp. des scienses de St. Petersbourg 1874 S. 394 — *Sigm. Exner* Pflüger's Archiv VIII, 532. — *O. Langendorff* und *L. Krawzoff* in du Bois-Reymond's Archiv 1879 S. 90.

Plan und zwar bei Reizung durch den Oeffnungs-Inductionsschlag und durch das Schliessen eines constanten Stromes angestellt — aber ausnahmslos mit dem Erfolg, dass die bei Reizung der Plexus lumbales erhaltenen Curven um ein bedeutend grösseres Stück den bei Reizung des Rückenmarkes in der Gegend der zweiten Wurzel gezeichneten vorangingen, als der Erregungsleitung in einer gewöhnlichen motorischen Nervenfaser entsprochen haben würde. Neuerdings hat Herr Studiosus *Fuhr* unter meiner Leitung diese Versuche wiederholt und zwar mit dem gleichen Erfolg.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt. Der Frosch wird durch Einführen eines scharfen spitzen Messers zwischen Hinterhaupt und Atlas decapitirt, dann werden die Bauchdecken, die Baucheingeweide und der Kopf entfernt und die beiderseitigen längsten Zehen an ihren Spitzen zusammengebunden. Behufs Fixirung des Präparates wird die eine Darmbeinschaufel freipräparirt und trocken geschabt. Nach diesen Vorbereitungen kann der obere (proximale) Theil des Rückenmarks freigelegt werden.

Indem ich die Wirbelsäule mit einem Tuch zwischen Zeigefinger und Daumen der linken Hand fest fasse, schneide ich mit einer spitzen aber kurzarmigen und starken Scheere zunächst die seitlichen Verbindungen des ersten Wirbelkörpers mit seinem Wirbelbogen durch, indem ich die Scheerenspitze vorsichtig in den nach vorn geöffneten Wirbelcanal einführe, luxire diesen Wirbelkörper mit einer starken Pinzette nach vorn und schneide ihn dann vollends ab. Ebenso verfahre ich dann mit dem zweiten, dritten und vierten Wirbelkörper. Mit derselben Scheere entferne ich noch Alles, was etwa rechts und links längs des Rückenmarkes stehen geblieben ist, wobei dann auch alle Wurzeln bis zur fünften durchschnitten werden, so dass das freigelegte Rückenmark auf den im Zusammenhang gebliebenen Wirbelbögen in einer seichten Rinne ruht, aus welcher es sich mit einem angefeuchteten Glasstäbchen leicht und schonend hervorhebeln lässt.

Die Zuckungscurven wurden auf der Platte des Pendelmyographions aufgezeichnet, welcher gegenüber das Präparat an einem festen Stativ, durch Fassen der trocken geschabten Darmbeinschaufel mit einer Muskelklemme, aufgestellt wurde. Der ziemlich masselose Zeichenhebel wurde sehr nah seiner Drehaxe mit dem die Zehenspitzen umschlingenden Faden verbunden.

Als Belastung wirkte, ausser dem Gewichte der Pfoten selbst, die beiläufig schwache Spannung einer Feder. Bei Reizung mit dem Inductionschlag war die untere Elektrode stets zur Erde abgeleitet. Schliessung des constanten Stromes wurde bewirkt, indem, wie beim *Krille*'schen Unterbrecher, ein an dem Pendel befestigtes Glimmerblatt einen zwischen zwei gegenüberstehenden Capillarröhren ausgespannten Quecksilberfaden, welcher als Nebenleitung zur Kette eingeschaltet war, durchschlug. Sollte das Rückenmark gereizt werden, dann wurde es so auf die metallischen Elektroden von ca. 1 mm Spannweite gelegt, dass die 2. Wurzel zwischen den Elektroden lag. Bald wurde das Rückenmark mit der ventralen, bald mit der dorsalen Oberfläche den Elektroden aufgelegt, ohne dass sich je nach dieser verschiedenen Lagerungsweise ein Unterschied im Erfolg ergeben hätte.[1]) Die Plexus wurden Behufs Reizung nicht durchschnitten, sondern so auf die metallischen Elektroden gelegt, dass sie in leichtem Bogen zu denselben durch die Luft gingen. So konnte wiederholt zwischen Reizung des Rückenmarkes und des Plexus abgewechselt werden.

Durch einen Einwand könnten die bei der bisher beschriebenen Versuchs-Anordnung gewonnenen Resultate in ihrer Verwerthbarkeit für die gezogene Schlussfolgerung beeinträchtigt werden. Der Moment, in welchem sich die Zehenspitze zu erheben beginnt, ist allerdings in erster Linie bedingt durch das Eintreten der Contraction in irgend welchen, die Hinterextremitäten in einem ihrer Gelenke beugenden Muskelfasern. Würden vorher irgend welche streckenden Fasern, selbst in geringem Masse erregt, so könnte dies auch nicht der Beobachtung entgehen, es müsste sich durch ein vorher eintretendes Sinken der Zeichenspitze kenntlich machen. Nun könnte aber der Fall eintreten, dass sehr frühzeitig beugende und streckende Fasern gleichzeitig und in ungefähr gleichem Masse erregt würden. Davon würden wir Nichts wahrnehmen. Diesen Einwand nun habe ich dadurch entkräftet, dass ich bei einer grossen Zahl von Präparaten den Antagonis-

---

[1]) Herr *M. Mendelsohn* glaubt eine Verzögerung des Erfolges nach Reizung der dorsalen Hälfte gegen den Erfolg nach Reizung der ventralen Hälfte nachgewiesen zu haben (du Bois-Reymonds Archiv 1883 S. 281), gegen welchen Nachweis ich jedoch das Bedenken erhoben habe, dass er bis jetzt nicht durch Versuchsresultate belegt ist, die bei einzelnen Momentreizen gewonnen sind. (Ebenda S. 438.) Mit Bezug auf dieses Bedenken vergleiche: *Heidenhain* in Pflügers Archiv XXVI, S. 146.

mus zwischen Beugern und Streckern durch Exstirpation von Stücken des Os femoris und der Tibia aufgehoben habe. Diese Operation lässt sich nach Anbringung kurzer Hautschnitte mit fast vollkommener Schonung der Muskeln ausführen, so dass die Empfindlichkeit des Präparats gar nicht leidet. An so hergerichteten Präparaten muss sich die beginnende Contraction in irgend welchen Fasern der Beinmuskulatur sofort durch Erheben der Zeichenspitze äussern, aber der Erfolg der Versuche an so „entknochten" Praeparaten war derselbe wie der an „unentknochten".

Es ist von vornherein zu erwarten, dass bei dem geschilderten Versuchs-Verfahren die Länge der Strecke zwischen der Marke des Reizmomentes und der ersten wahrnehmbaren Erhebung der Zeichenspitze in erheblicher Weise von der Erregungsgrösse der Muskeln abhängen wird. Mit einander vergleichbar sind deshalb, hier noch mehr wie anderwärts, nur Curven von gleicher Höhe des Maximums, oder da wir in erster Linie Gewicht auf die Thatsache einer ausnahmslosen erheblichen Verzögerung bei Reizung des Rückenmarks — weniger auf den genauen Werth dieser Verzögerung — legen, auch Curvenpaare, bei denen das Maximum nach Rückenmarksreizung höher ist als nach Plexusreizung. Der aus Vergleichung solcher Curvenpaare gezogene Schluss wirkt a fortiori.

Man weiss, dass es nicht leicht ist, bei Reizung desselben Muskels von verschiedenen Stellen des Nerven aus, gleiche Zuckungshöhen zu erhalten. Erheblich grösser ist die Schwierigkeit natürlich bei dem für die vorliegenden Versuche gebotenen Verfahren. Die Versuchsergebnisse stellen sich desshalb nicht häufig in so übersichtlicher Weise dar, wie z. B. in Curve I Taf. IV, welche eine vollkommene Versuchsreihe in treuer Copie wiedergiebt, wenn man nicht von vornherein auf ungefähre Gleichheit der Zuckungshöhen verzichtet, wie in demjenigen Versuch geschehen ist, den die vom Lithographen nach dem Original copirte Curve VI Taf. IV darstellt. Die übrigen Curvenpaare, deren Wiedergabe ich zur Illustration der im Text besprochenen Versuchsvariationen für zweckmässig hielt (Curve II—V), habe ich aus Versuchsreihen, die ein weniger übersichtliches Gesammtbild zeigen, entnommen und nach meiner genauen Copie lithographiren lassen. Die zur Beurtheilung erforderlichen Einzelnheiten betreffs der Versuchsbedingungen sind aus der Tafelerklärung zu entnehmen.

Für diejenigen, die sich lieber aus Zahlen als aus der unmittelbaren Anschauung der Ergebnisse graphischer Methoden ein Urtheil bilden, habe ich eine Versuchsreihe ausgemessen resp. berechnet und aus den gewonnenen Zahlen folgende Tabelle zusammengestellt:

Tabelle.

4/6. 83. Rana esculenta, frisch aus dem Main. Präparat nicht entknocht. Reizung durch einzelnen Oeffnungs-Inductionsschlag. Gruppe: A. Plexus-Reizung, starker Reiz; B. Rückenmarks-Reizung, starker Reiz; C. Plexus-Reizung, schwacher Reiz; D. Rückenmarks-Reizung, schwacher Reiz.

Gruppe	No.	Dauer des Latenz-Stadiums in 1/1000 Sec.		Höchste Erhebung der Zeichenspitze in Mm.	
A	1	17,0	Mittel: 17,6	68	Mittel: 69,6
	2	18,0		70	
	3	18,5		70	
	4	17,5		69	
	5	17,0		71	
B	1	23	24,0	69	68,4
	2	24		68	
	3	25		67	
	4	23		70	
	5	25		68	
C	1	19	19,1	26,5	24,1
	2	19		25	
	3	19,5		21	
D	1	27	27,8	26	19,7
	2	28		18	
	3	28,5		15	

Beiläufig sei bemerkt, dass die Curven A B C D der Curve II je einer entsprechenden Gruppe der in der Tabelle wiedergegebenen Versuchsreihe entnommen sind.

Die mitgetheilte Tabelle gibt in Zahlen eine gute Vorstellung von den vorliegenden Verhältnissen. Mehr als die eine Versuchsreihe auszumessen, habe ich nicht der Mühe werth gehalten, da ich den genaueren Zahlenangaben kein grosses Gewicht beilege und da jedesfalls so viel schon aus der einfachen Betrachtung der Curven selbst hervorgeht, dass die Verzögerung

im Rückenmark mindestens den fünffachen Werth hat, als die Leitung durch motorische Nervenfasern von der gleichen Länge (1 bis $1^1/_2$ Centimeter) entsprechen würde. In der der Tabelle zu Grunde liegenden Versuchsreihe betrug die Verzögerung für starke Reize 6,4 Tausendstel Secunden (Mittel B weniger Mittel A), für schwache Reize 8,7 (Mittel D weniger Mittel C). Die Verzögerung in einer gleich langen Strecke eines motorischen Nerven würde höchstens ein Tausendstel Secunde betragen haben.

Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass es wenige so geschickte und umsichtige Experimentatoren geben wird, denen bei häufiger Wiederholung der beschriebenen Versuche nicht Resultate begegnen sollten, welche den Mangel jeder Verzögerung im Rückenmark vortäuschten. Auch mir ist es so gegangen, aber in den wenigen Fällen gelang es mir unschwer, die Fehlerquellen — namentlich Stromschleifen und unipolare Abgleichungen — aufzufinden und nach deren Abstellung die gewöhnlichen Resultate zu erhalten. Recht lehrreich war mir in dieser Beziehung die Nachuntersuchung, welche unter meiner Leitung Herr stud. *Fuhr* angestellt hat, in dessen ersten Versuchen der Mangel jeglicher Verzögerung überwog, der aber bald lernte, die Fehlerquellen zu vermeiden und dann nur noch mit den meinigen übereinstimmende Resultate erhielt. Ein Beispiel der von ihm gewonnenen Zeichnungen habe ich in Curve III mitgetheilt.

Für mich steht es also nach dem Resultat der mitgetheilten Versuche fest, dass im oberen Theile des Rückenmarks vom Frosch elektrisch keine Fasern erregt werden, also auch wohl nicht existiren, die unmittelbare Fortsetzungen der motorischen Wurzelfasern des Lumbalplexus sind. Welcherlei Elemente waren es nun, die bei meinen Versuchen, im oberen Theil des Rückenmarks elektrisch gereizt, ihre Erregung mit einer Verzögerung von wenigstens 5 Tausendstel Secunden den motorischen Wurzelfasern des Lumbalplexus mitgetheilt haben? Dass es sensible Wurzelfasern des Armgeflechts gewesen seien, wird keiner geneigt sein anzunehmen, der sich von der Schwierigkeit überzeugt hat, durch elektrische Einzelreize vom Armgeflecht aus Reflexbewegungen in den Beinen zu erzielen. Die vom Reiz angesprochenen Elemente können wohl nur Rückenmarkszellen oder intercellulare Rückenmarksfasern (fibrae propriae intercellulares medullae spinalis) oder motorische Leitungsbahnen aus Hirn und Medulla oblongata gewesen sein. Letztere Elemente

interessiren uns hier am meisten. Vorhanden sind sie im oberen Theil des Rückenmarkes gewiss und dass sie weniger leicht erregt werden sollten, als die anderen genannten Elemente, ist kein Grund anzunehmen. Allen Analogieen gemäss wäre man zu dieser Annahme am wenigsten berechtigt, wenn diese Bahnen ununterbrochene Fortsetzungen motorischer Wurzelfasern wären. In diesem Falle hätten sie gewiss erregt und hätte ihre Erregung durch die, ebenfalls nach allen Analogien zu erwartende grössere Geschwindigkeit in der Erregungsleitung verrathen werden müssen. Die motorischen Leitungsbahnen aus Hirn und verlängertem Mark sind also entweder nicht erregt worden, was an sich sehr gegen ihre directe Fortsetzung in motorische Wurzelfasern sprechen würde, oder sie sind erregt worden und dann ist aus der Verzögerung in der Erregungsleitung mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine intramedulläre Unterbrechung durch andere Elemente zu schliessen.

Sprechen nun meine Versuche mit grosser Wahrscheinlichkeit dafür, dass alle motorischen Leitungsbahnen aus Hirn und verlängertem Mark im Rückenmark überhaupt eine Unterbrechung erfahren, so ist kein Grund anzunehmen, dass unter den, die directe Leitung unterbrechenden Elementen je eine grosse motorische Ganglienzelle der Vorderhörner fehlen sollte, da über die direkte Verbindung motorischer Wurzelfasern mit diesen Manches, über solche mit kleinen Ganglienzellen oder gar mit dem Fasernetz der substantia spongiosa aber durchaus nichts bekannt ist. In der vorgeführten Schlussfolgerung, deren thatsächliche Grundlage ich etwas verbreitert habe, würde ich zur Zeit den besten Beweis für die, a priori wahrscheinliche Annahme sehen, dass jede motorische Faser der Rückenmarksnerven in einer grossen motorischen Ganglienzelle der Vorderhörner des Rückenmarkes wurzelt. Trotz der grossen Zahl von Analogieschlüssen und trotz des wiederholten Appells an die Wahrscheinlichkeit, die der Beweis enthält, scheint er mir doch einigermassen die Berechtigung zu erhöhen, auf der schlecht und recht, wie es eben zur Zeit möglich ist, bewiesenen Annahme weiter zu bauen.

Jetzt ist es an der Zeit, uns der Zählungen von *Birge* zu erinnern. Dass seine Zählung der motorischen Wurzelfasern mit einem erheblichen Fehler behaftet sei, ist kein Grund anzunehmen. Die an der Zählung der motorischen Ganglienzellen anzubringende Correctur habe ich schon besprochen, ebenso die Wahrscheinlich-

keit des Resultates, dass erheblich mehr motorische Wurzelfasern vorhanden sind als motorische Ganglienzellen. Mit je grösserer Sicherheit wir nun die Existenz directer motorischer Leitungsbahnen zwischen motorischen Wurzeln und Medulla oblongata ausschliessen können, um so grösser wird die Wahrscheinlichkeit, dass eine gewisse Anzahl der Ganglienzellen der Vorderhörner mehr wie je einer motorischen Wurzelfaser zum Ursprung dient. Diese Zellen könnten sehr zweckmässige coordinirende Elemente darstellen und ich würde mich gar nicht wundern, wenn sich schliesslich herausstellen sollte, dass von einer solchen Ganglienzelle aus Muskelfasern ein für allemal gemeinschaftlich innervirt würden, die zu anatomisch getrennten aber functionell zusammengehörigen Muskeln gehörten. Sollte sich bei wiederholten Untersuchungen das Vorkommen grober Anastomosen zwischen den motorischen Ganglienzellen, wie es durch die Beobachtungen von *Carrière,*[1] *Besser*[2] und *Willigk*[3] principiell festgestellt ist, häufiger realisirt erweisen als man jetzt noch anzunehmen geneigt ist, so würde es von demselben Gesichtspunkte aus als zweckmässig aufzufassen sein. Im Interesse der Bewegungs-Coordination durch räumliche Zusammenordnung von motorischen Ganglienzellen könnte es nur liegen, wenn diese Zellen anastomosirten und, wenigstens zum Theil, mehr wie einer motorischen Nervenfaser zum Ursprung dienten. Wenn ich mich mit dieser Betrachtung etwas weit in das Gebiet der Hypothese hineinbewegt habe, so geschah es, um das Interesse zu veranschaulichen, welches erneute histologische Untersuchungen auf diesem Gebiet beanspruchen dürften.

§ 2. Excurs über Leitungsbahnen im Rückenmark von Kaninchen und Katze.

Dass ich in Vorstehendem das absprechende Urtheil über die Existenz durchgehender motorischer Leitungsbahnen nicht immer ausdrücklich auf das Rückenmark des Frosches eingeschränkt habe, geschah mit einigem Recht. Ich habe nämlich auch an Säugethieren mit ziemlicher Beharrlichkeit das Vor-

[1]) *J. Carrière* „Ueber Anastomosen der Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes (vom Kalbe) Arch. f. mikrosk. Anat XIV. S. 125.

[2]) *Virchow*'s Archiv Bd. 36 S. 134.

[3]) Ebenda Bd. 64 S. 163.

handensein solcher Bahnen nachzuweisen versucht, aber stets ohne Erfolg. Plötzliche und möglichst totale Unterbrechung der Circulation im Rückenmark bei thunlicher Schonung der Circulation im Kopf und bei künstlich unterhaltener Lungenventilation scheint für Säugethiere die besten Mittel an die Hand zu geben, um etwa vorhandene ununterbrochene Leitungsbahnen im Rückenmark, nach Ausserkraftsetzen der übrigen zu demonstriren. Denn Leitungsbahnen des Rückenmarks, welche innerhalb der ersten 5 Minuten durch Anämie unwegsam gemacht werden, können wir nicht als directe Fortsetzungen peripherer markhaltiger Nervenfasern auffassen. Dass eine markhaltige Nervenfaser der weissen Stränge anders auf Anämie reagiren solle als eine solche im peripheren Nerven ist weit weniger wahrscheinlich, als dass Functionsstörungen, welche durch Anämie im Rückenmark wesentlich schneller herbei geführt werden wie in peripheren Nerven, in eingeschalteten Zellen oder Netzen markloser Fasern der grauen Substanz Platz greifen. Die so oft bestätigten Erfahrungen des einfachen *Stenson*'schen Versuches schienen mir aber doch nicht zu genügen. Allerdings spricht ja das Ausbleiben der willkürlichen und reflectorischen Bewegungen im Hinterthier nach Abklemmen der Bauch-Aorta, seitdem *Schiffer*[1]) die erste Phase dieses Erfolges auf Schädigung des Rückenmarkes selbst zurückgeführt hat, in verneinendem Sinne. Aber diese Verneinung bezieht sich doch eben nur auf das Hinterthier und ist auch nie mit Rücksicht auf die vorliegende Frage unter Anwendung aller möglichen Reactionen geprüft worden.

Kussmaul und *Tenner*[2]) haben bei ihrer classischen Arbeit über die Anämie des Gehirns auch Versuche mit Unterbrechung der Circulation im ganzen Rückenmark angestellt. Auch sie haben vollkommene Lähmung als Erfolg constatirt und in Bezug auf den Umfang des Eingriffs würden ihre Versuche genügen. Feinheiten konnten ihnen aber doch entgangen sein, da ihnen bei ihren Prüfungen unser Gesichtspunkt fern lag und da sie bei ihren Thieren nicht künstliche Respiration angewandt haben. Letzteres ist aber unbedingt erforderlich, denn nach Unterbindung

---

[1]) *J. Schiffer*, Ueber die Bedeutung des *Stenson*'schen Versuchs Centralbl. f. d. medic. Wiss. VII. S. 579.

[2]) *A. Kussmaul* und *A. Tenner*, Untersuchungen über Ursprung und Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen. *Moleschott*, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. III. (1857) S 59.

des Aortenbogens ist die spontane Lungen-Ventilation erheblich beeinträchtigt.

In neuerer Zeit hat *S. Maier* wiederholt die hohe Aortenunterbindung zum Studium der Physiologie des Rückenmarks benutzt, aber er hat mehr den postanämischen Erscheinungen seine Aufmerksamkeit zugewendet. Er gelangt auf Grund seiner Versuche am Kaninchen[1]) zur Annahme von vasomotorischen Fasern, die aus dem verlängerten Mark ohne Unterbrechung durch anderweite Elemente das Rückenmark durchsetzen sollen. Postanämische Erscheinungen habe ich nicht selbst studirt, kann also auch über diese Fasern kein eigenes Urtheil fällen. Lassen wir den Beweis *S. Maier*'s gelten, wozu mir alle Veranlassung vorzuliegen scheint, so müssen wir diese vasomotorischen Fasern im Rückenmark des Kaninchens als die einzigen Fasern ansehen, deren ununterbrochener Verlauf durch das Rückenmark hindurch bisher constatirt ist. Beiläufig will ich hier bemerken, dass die Erklärung welche *S. Maier*[2]) für die auffallende Thatsache vorgeschlagen hat, dass plötzliche Circulationshemmung im ganzen Rückenmark, bei erhaltener Circulation im Kopf, bald Krämpfe als Initialerscheinung zeigt, bald nicht, mir nach Allem, was ich bei Rückenmarks-Anämie zu beobachten Gelegenheit hatte, durchaus annehmbar erscheint.

Auch *Vulpian* und *Couty* haben Anämie des Rückenmarkes zu erzeugen gesucht, um aus deren Erfolgen Schlüsse auf die Natur der Betheiligung dieses Organs an den Erregungsvorgängen zu ziehen. Was den scheinbar vollkommenen Ausfall des motorischen Erfolges von Hirnrindenreizung anlangt, so kann ich *Couty*'s[3]) Angabe durchaus bestätigen, aber wenn alle aus der Hirnrinde stammenden motorischen Leitungsbahnen, abgesehen von sonstigen Unterbrechungen, auch im Rückenmark eine Unterbrechung erführen, so brauchte dies doch nicht für alle aus den Hirnganglien oder aus der Medulla oblongata entspringenden zu gelten. Ausserdem will *Vulpian*[4]) bei Rückenmarks-Anämie durch Reizung der Hinterstränge Schmerzäusserungen noch nach $^3/_4$

---

1) *S Maier*, Ueber die Erscheinungen im Kreislaufsapparate nach zeitweiliger Verschliessung der Aorta. Sitzungsber. d. Wiener Akad d. Wiss. Bd. 79 Abth. III. Febr. — Vergleiche Sep.-Abd. S. 19.

2) Zur Lehre von der Anämie des Rückenmarkes. Prager Zeitschr. f. Heilk. 1883, S 26.

3) Comptes rendus Bd. 93 S. 1153.

4) Gaz. hebdom de méd. 1861. p. 365.

Stunden hervorgerufen haben und *Couty* gibt an, dass bei Hunden und Affen nach Sperrung der Bauch-Aorta das Vorderthier noch lange auf Reizung des Lumbalmarkes und gelegentlich auch auf Reizung des Nervus ischiadicus reagirt. Dass ich in diesen Punkten zu anderen Resultaten gekommen bin, liegt vielleicht daran, dass ich hauptsächlich an Kaninchen und Katzen untersucht und die hohe Aortenunterbindung angewandt habe, vielleicht aber auch daran, dass wie *S. Mayer* mit Bezug auf *Vulpian*'s Angabe schon vermuthet hat, die Circulationssperrung den französischen Autoren nicht immer vollkommen gelungen sein mag. Ihre Angaben sind in Bezug auf diesen Punkt in der That nicht ganz zufriedenstellend.

Ueber den zeitlichen Verlauf der Erregungsvorgänge im Centralnervensystem liegt zwar eine Reihe guter Untersuchungen vor, welche jedoch kein allgemeines Urtheil über die Existenz oder Nichtexistenz durchgehender motorischer Leitungsbahnen im Rückenmark gestatten. Aus den Zeitmessungen von *Frank* et *Pitres*,[1]) von *Heidenhain* und *Bubnoff*[2]) folgt zwar, dass keine ununterbrochenen Bahnen von der motorischen Sphäre der Hirnrinde an bis zu Muskelfasern der Extremitäten führen, ob aber ausser den Unterbrechungen, welche diese Bahnen in den Hirnganglien und in der Medulla oblongata finden, auch solche im Rückenmark existiren, geht aus ihnen nicht hervor. Nur für die aus der Medulla oblongata stammenden Erregungsbahnen des Zwerchfelles ist von *M. Joseph*[3]) unter Leitung *Langendorff*'s neuerdings mit zeitmessender Methode eine Unterbrechung im Cervicalmark nachgewiesen worden.

Bei diesem Stande der Kenntnisse schien es mir wünschenswerth, durch Versuche mit Unterbrechung der Circulation im Rückenmark mir ein eigenes Urtheil zu verschaffen. Es ist in der That nicht ganz leicht, die Circulation bis an die obere Grenze des Dorsalmarkes hinauf im Rückenmark zu unterbrechen. Hat man auch beide Arteriae subclaviae und den Aortenbogen unterbunden, so gelangt doch Blut auf rückläufigem Weg durch die Vertebrales herab in die Trunci cervicovertebrales[4]) und von

1) Gaz. des hôpit. 1877 No 149.

2) *N. Bubnoff* u. *R. Heidenhain* Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirncentren. Pflüger's Archiv XXVI S. 137.

3) *M. Joseph*, Zeitmessende Versuche über Athmungsreflexe. du Bois-Reymond's Archiv 1883 S. 480.

4) Vergleiche *W. Krause*, Die Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1868 S. 187.

hier in die arteriae intercostales supremae. Man thut deshalb gut, ausser den Subclaviae auch noch die Vertebrales zu unterbinden.

Ich habe die Versuche zum grossen Theil in Gemeinschaft mit Herrn Dr. *C. Wegele* angestellt, dem ich für seine bereitwillige und geschickte Assistenz besten Dank sage. Wir richteten unsere Thiere (Kaninchen und Katzen) so her, dass wir sie in Rückenlage festbanden, den Nervus ischiadicus der einen Seite durchschnitten, seinen centralen Stumpf an einen Faden schlangen und ihn mit Hilfe desselben durch ein mit Elektroden armirtes Glasrohr zogen, welches vor Zunähen der Wunde in die Tiefe versenkt wurde. Dann unterbanden wir die genannten Gefässe in der oberen Brust-Apertur und legten eine Fadenschlinge unter den Aortenbogen, was bei Kaninchen bekanntlich ohne Eröffnung der Pleurahöhle gelingt. Bei Katzen ist die Operation viel eingreifender. Nachdem künstliche Athmung eingeleitet und die Reflexerregbarkeit geprüft war, wurde die Aorta fest zugeschnürt und gebunden. In den häufigeren Fällen haben wir keine Convulsionen auftreten sehen. Stellten sie sich aber ein, so war vorher schon jedesmal das Schwinden des Kniephäenomens zu constatiren gewesen, welches bei Kaninchen bekanntlich sehr ausgesprochen ist, die hohe Aortenunterbindung aber nur um Secunden überdauert. Bis zum Schwinden der Möglichkeit, durch starke elektrische Reizung des Ischiadicus Reflexe auszulösen, vergehen jedoch stets Minuten und zwar hören zuerst, etwa nach 4 Minuten die Reflexe im anderen Hinterbein, etwas später die Reflexe in den Vorderextremitäten und zuletzt die Reflexe am Kopf auf. Nach 5—7 Minuten ist die stärkste Reizung des Ischiadicus ohne jeden direct sichtbaren Erfolg, weder Extremitäten noch Rumpf noch Muskulatur des Mauls und der Nase noch Iris lassen erkennen, dass eine Erregungswelle in das Centralnervensystem gelangt ist, keine Spur derselben wird reflectirt. Ebenso wie die Muskeln, deren Thätigkeit von blossem Auge controlirt werden kann, verhält sich auch die Gefässmuskulatur. In der ersten, zweiten, auch wohl noch dritten Minute nach Ligatur der Aorta beantwortet, das in die Carotis gebundene Manometer jede genügend starke Ischiadicusreizung mit einer deutlichen Erhebung, später bleibt der Blutdruck in dem auf den Kopf beschränkten Circulationsgebiet durch die stärkste Ischiadicusreizung unbeeinflusst, während er durch Reizung der



Schleimhaut des Mundes, der Nase oder der Augen noch erheblich erhöht werden kann.

Von den Reflexen, welche durch Reizung der Haut am unteren Ende des Thieres zu erzielen sind, bleiben am längsten diejenigen bestehen, welche auf Reizung der Genitalschleimhaut in den Muskeln des Genital-Apparates auftreten, doch auch sie überdauern die Aorten-Ligatur nur 5—7 Minuten.

Durch Reizung des Rückenmarkes habe ich nach Ablauf der ersten Minuten, von dem anämischen Theil desselben, nie einen Erfolg erhalten, weder an Körper- noch an Gefässmuskeln, nur wo bei Durchschneidung des Rückenmarkes noch arterielles Blut floss, da wirkte die Reizung. Ebenso schwanden die vorher von der Hirnrinde aus erzielten Erfolge.

Die Athmung leidet stets erheblich durch die hohe Aorten-Ligatur und dies war ja der Grund, weshalb die Versuche mit Rückenmarks-Anämie unter Anwendung künstlicher Respiration revidirt werden mussten. Durchgehende Bahnen konnten deshalb übersehen worden sein, weil nicht die Bahnen im Rückenmark durch Anämie, sondern die höher gelegenen reflectirenden Apparate durch Dyspnoë gelitten hatten. Unterbricht man bei einem Kaninchen, dessen Central-Nervensystem unversehrt ist, die künstliche Respiration, so sieht man bei dem Uebergang aus Apnoë in Dyspnoë sehr deutlich, dass die Intercostalmuskeln an der Athembewegung betheiligt sind. Diese Betheiligung fällt einige Minuten nach der hohen Aortensperrung fort. Unterbricht man jetzt die künstliche Lungen-Ventilation, so geräth nur das Zwerchfell in Thätigkeit, deren Intensität mit zunehmender Dyspnoë wächst, deren respiratorischer Effect aber sehr gering ist, weil bei jeder Contraction des Diaphragma der Thorax eingezogen wird. Es zeigen sich dieselben Erscheinungen wie bei elektrischer Reizung des Phrenicus am Halse oder bei Athmung nach Durchschneidung des unteren Halsmarkes. Letztere sind von *Wegele* beschrieben worden.[1]) Ebenso wie die Intercostalmuskeln verharren auch diejenigen des Abdomens, selbst bei stärkster Dyspnoë in Ruhe. Lässt man die Dyspnoë einen solchen Grad erreichen, dass Krämpfe am Kopfe auftreten, so verräth das ganze übrige Thier, wenn die Aortensperrung einige

---

[1]) *C. Wegele*, Ueber die centrale Natur reflectorischer Athmungshemmung. Würzburger Verhandlungen. N. F. XVII. Bd. S. 9.

Minuten bestanden hatte. Nichts von den mächtigen Erregungswellen, welche vom Kopf aus in das Rückenmark gesandt werden. Nimmt man die künstliche Athmung nicht wieder auf, so geht das Thier an Dyspnoë zu Grunde.

Was die Deutung meiner, bei Rückenmarks-Anämie gemachten Beobachtungen anlangt, so werden wenige Worte für dieselbe genügen. Das plötzliche Schwinden des Kniephänomens ist sehr auffallend. Es ist so characteristisch, dass man aus dem Fortbestehen des Phänomens schon nach wenigen Secunden auf einen Fehler in der Sperrung der Circulation schliessen darf. Dass die, den Sehnen-Reflex vermittelnden Apparate im Rückenmark besonders empfindlich gegen Anämie sein sollten, ist nicht wahrscheinlich. Dass dieser Reflex stets früher schwindet als die übrigen, liegt wohl daran, dass man den denselben hervorrufenden Reiz nicht ebenso steigern kann wie den Hautreiz oder gar wie den zur Erregung des Ischiadicus angewandten electrischen Reiz. Wenn vom Ischiadicus aus noch nach 4, 5 ja 7 Minuten Reflexe zu erreichen sind, so ist dies natürlich nur unter allmäliger Steigerung der Reiz-Intensität möglich. Es ist gut denkbar, dass die Erregbarkeit aller gegen Anämie empfindlichen Elemente des Rückenmarks vom Momente der Circulationssperrung an in gleichem Maass absinkt, dass die Reizschwelle für alle diese Elemente schnell über den Reizwerth steigt, welcher zur Auslösung des Sehnenreflexes überhaupt nur zur Verfügung steht, weit langsamer dagegen bis zu dem Reizwerth, der durch electrische Reizung des Ischiadicus zu erzielen ist und dass das typische Ueberdauern derjenigen Reflexe, welche vom Ischiadicus aus am Kopf zu erzielen sind, über diejenigen, welche in der anderseitigen Hinterextremität auftreten, darauf beruht, dass in die erstere Reflexbahn weniger hinfällige und der Anämie verfallende Schaltstücke eingefügt sind als in die letztere. Man könnte freilich versucht sein, aus dem späteren Unwegsamwerden derjenigen Reflexbahn, deren sensibler Theil allein im blutleeren Rückenmark liegt, auf eine grössere Widerstandsfähigkeit der Schaltstücke in den zum Hirn aufsteigenden Bahnen zu schliessen, aber bei dem Unwegsamwerden einer Reflexbahn spielt doch gewiss die Gesammtzahl seiner im anämischen Gebiet gelegenen hinfälligen Schaltstücke eine wesentliche Rolle, und diese wird in der Reflexbahn: Ischiadicus, Medulla oblongata, Hypoglossus wohl kleiner sein als in der: Ischiadicus,

Rückenmark, anderer Ischiadicus. Stellt man sich die Dinge nach dem einfachsten Schema vor, so sind in letzterer Reflexbahn wahrscheinlich enthalten: motorische Ganglienzelle, Gerlachsches Fasernetz, sensible Ganglienzelle, in ersterer dagegen, so weit es sich um Rückenmarks-Elemente handelt, nur sensible Ganglienzelle und vielleicht Gerlachsches Fasernetz. Dass das Schema in dieser einfachsten Form ein treuer Ausdruck der realen Verhältnisse sein sollte, wird nun allerdings dadurch sehr unwahrscheinlich, dass die Reizung des anämischen Rückenmarkes keine Reflexe am Kopf hervorruft. Ist es aber mit einer einmaligen Unterbrechung der cerebropetalen Bahn durch Ganglienzelle und Fasernetz in der Nähe des Eintritts der sensiblen Wurzel nicht abgethan, so wird doch die Summe der eingeschalteten hinfälligen Elemente in einer cerebropetalen Bahn kleiner sein als die Summe derselben in den vollkommenen medullären Reflexbögen, wenigstens so weit dieselben lange sind. Für die kurzen Reflexbögen von einem Ischiadicus zum andern kommt aber in Betracht, dass sie ganz in den am vollkommensten von der Sperrung betroffenen unteren Parthien des Rückenmarks gelegen sind.

Will man also aus dem Ueberdauern der Ischiadicus-Hypoglossus-Reflexe über die Ischiadicus-Ischiadicus-Reflexe eine allgemeinere Schlussfolgerung ziehen — und die thatsächliche Constanz der Erscheinung ladet allerdings sehr dazu ein — so kann dies zur Zeit wohl nur die sein, dass für das Unwegsamwerden einer centralen Bahn durch Anämie weniger ihre Länge als die Zahl (und Lage) ihrer Schaltstücke in Betracht kommt und dieser Schluss deckt sich ungefähr mit unserer aprioristischen Annahme, dass von der Anämie in erster Linie nur die Schaltstücke, das sind Ganglienzellen und Fasernetz der grauen Substanz und nicht die markhaltigen Nervenfasern der weissen Stränge betroffen werden, welche letzteren bei der Verlängerung einer Bahn wesentlich in Betracht kommen.

Lässt man diese Schlussfolgerung oder die aprioristische Annahme der wesentlichen Gleichheit aller markhaltigen Nervenfasern ohne Weiteres gelten, so muss man die Bewegungslosigkeit an Rumpf (exclusive Diaphragma) und Extremitäten, welche ein Thier zeigt, das mehrere Minuten nach der hohen Aortensperrung in so starke Dispnoë verfällt, dass Krämpfe am Kopf auftreten, als einen Beweis dafür ansehen, dass im Rückenmark dieses Thieres gar keine durchgehenden motorischen Bahnen ent-

halten sind. Nach meinen Erfahrungen zeigen aber Kaninchen und Katzen ausnahmslos dieses Verhalten.

Weniger bestimmt dürfen wir uns über etwaige durchgehende sensible Bahnen aussprechen. Solchen cerebropetalen Bahnen freilich, die in der Medulla oblongata oder im Hirn Reflexe an Kopf, Rumpf oder Extremitäten auslösen, ist mit derselben Nöthigung medullare Unterbrechung durch hinfälligere Elemente, als markhaltige Nervenfasern sind, zuzusprechen. Für die cerebropetalen Theile der Reflexbahnen Ischiadicus-Hypoglossus und ähnliche folgt dies aus dem Unwegsamwerden derselben durch Anämie des Rückenmarks und die cerebropetalen Theile der Reflexbögen Ischiadicus-Medullaoblongata-Spinalnerv werden doch kaum anderer Art sein, wie die gleichen Theile ersterer Bögen. Wer aber besondere durchgehende Leitungsbahnen zur Vermittelung localisirter Tast-Empfindungen anzunehmen geneigt ist, braucht meine Beobachtungen nicht als einen Beweis gegen die Existenz derselben anzuerkennen. Denn erstens müsste man gerade in Bezug auf solche Bahnen mit der Uebertragung der Schlüsse von einem Thier auf das andere und nun gar erst auf den Menschen ganz besonders vorsichtig sein und zweitens würde sich die Existenz solcher Bahnen, wenn sie bei meinen Versuchsthieren besteht, der Beobachtung vollkommen entziehen, da lokalisirte Tast-Empfindungen weder reflectorisch noch durch Vermittelung von Angst oder Schmerz und andere Alterationen des Gemeingefühls Bewegungen auslösen werden. Mir scheint übrigens zur Annahme besonderer peripherer Leitungsbahnen für localisirte Tast-, Temperatur- und Schmerz-Empfindungen keine Nöthigung vorzuliegen, vielmehr will mir dünken, dass die von *Fick* in seinem Compendium der Physiologie vertretene Anschauung mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat. Sehen wir von reflexhemmenden centripetalen Bahnen ab, so würde nach dieser Anschauung jede centripetale periphere Bahn allen jenen Vorgängen dienen können, je nach der absoluten Intensität der Erregung und je nach dem Verhältniss in dem Fasern benachbarter Hautstellen an der Erregung Theil nehmen. Jede dieser Fasern würde bald nach dem Eintritt in das Rückenmark in ein Schaltstück einmünden, von dem aus einerseits eine möglichst einfache, schon bei den schwächsten Erregungen beschrittene und durchlaufene Bahn zu den Centren der bewussten aber in Bezug auf das Gemeingefühl gleichgültigen Empfindungen führte,

andererseits complicirtere, mit mehr Widerständen versehene, Bahnen hauptsächlich in der grauen Substanz cerebralwärts sich verbreiteten, die nur bei stärkeren Reizen beschritten würden, wenn aber beschritten, Reflexbewegungen und bei noch grösserer Intensität des Reizes Störungen des Gemeingefühls, namentlich Schmerz vermittelten.

Einer besimmten Art cerebrofugaler Bahnen des Rückenmarks habe ich besondere Aufmerksamkeit zugewendet, denjenigen nämlich, welche motorische Erregungen den Athemmuskeln des Rumpfes zutragen. Aus der Beschreibung meiner Beobachtungen und aus den bisherigen Deutungen geht schon hervor, dass ich alle diese Bahnen für unterbrochene halte. Meine Beobachtungen beziehen sich freilich nur auf die von den Intercostal-Nerven beherrschten Athemmuskeln, in Bezug auf das Diaphragma ist aber *M. Joseph* durch zeitmessende Versuche zu demselben Resultate gelangt. Die Schaltstücke dieser Bahnen sind gewiss dieselben Elemente, welche bei ganz jungen Thieren nach den Versuchen von *Rokitansky*[1]) und *Langendorff*[2]) durch dyspnoisches Blut direkt in regelmässige rythmische Thätigkeit versetzt werden können. Im späteren Leben geht diesen „Athemmuskel-Centren", wie man sie im Gegensatz zu dem „Athem-Centrum" in der Medulla oblongata wohl nennen könnte, automatische Erregbarkeit ab und sie dienen nur noch zur Uebertragung der in der Medulla oblongata automatisch, d. h. durch directe Einwirkung des Blutes von bestimmter Beschaffenheit, erzeugten Bewegungs-Impulsen auf die Athemmuskeln und ausserdem zur Vermittlung gewisser Athemreflexe.

Es gehört hierher namentlich ein Athemreflex, den man bisher nach *Hering* und *Breuer* durch den Nervus vagus vermittelt glaubte, dessen wesentlich spinale Natur mir aber nachzuweisen gelungen ist. Lungenaufblasung ruft bekanntlich Inspirationshemmung und Exspirationsanstrengung hervor, so lange die Vagi intact sind. Nach Durchschneidung beider Vagi hört dieser Reflex in der That auf. Lungenaussaugung dagegen ruft reflectorisch Inspirationsanstrengung hervor und zwar auch noch nach Durchschneidung beider Vagi. Dieser Reflex muss also durch spinale Nerven vermittelt werden und da er nach hoher Aorten-

1) Wiener med. Jahrbücher 1874 S. 30.
2) *du Bois-Reymond's* Archiv 1880 S. 518.

sperrung fortfällt, setzt er zu seiner Entstehung die Intactheit spinaler Centren voraus. Eine detaillirtere Mittheilung des nicht ganz einfachen Versuchsverfahrens, durch welches ich zu diesem Resultat gelangt bin, würde schlecht in den Rahmen dieser Mittheilung passen, und da die betreffenden Versuche mit ihren Ergebnissen für die Lehre von der Athmungs-Innervation ein specielleres Interesse haben dürften, so werde ich sie in einem demnächst erscheinenden Aufsatz „Ueber einen spinalen Athemreflex" ausführlicher behandeln.

Als Hauptergebniss dieses Excurses möchte ich hinstellen, dass ich aus meinen Beobachtungen bei hoher Aortensperrung folgere, dass alle cerebrospinalen Bahnen bei Kaninchen und Katzen im Rückenmark durch Schaltstücke unterbrochen sind.[1]) Sicher ist, dass die Wegsamkeit aller dieser Bahnen durch Anaemie weit schneller leidet als die Wegsamkeit in peripheren Nerven. Dass diese grössere Empfindlichkeit gegen Anaemie nicht auf einem wesentlichen Unterschied der spinalen und peripheren markhaltigen Nervenfasern, sondern eben auf der Einschaltung hinfälligerer Elemente, wie Zellen und Fasernetz der grauen Substanz beruhe, geht mit Wahrscheinlichkeit aus der Reihenfolge der Ausfallerscheinungen hervor.

§ 3. Ueber kurze Reflexbögen im Lumbalmark des Frosches.

Unter kurzen Reflexbögen kann man solche verstehen, bei denen der reflectirende Apparat in wesentlich gleicher Höhe mit dem Aus- und Eintritt der centripetalen und centrifugalen Bahnen liegt. Die Existenz solcher im Lumbalmark des Frosches geschlossenen Reflexbögen ist neuerdings stark in Frage gestellt durch die Angaben von *Sanders Ezn*,[2]) *Koschewnikoff*[3]) und *Eckhard*,[4]) nach denen das Rückenmark des Frosches unterhalb der 7. Wurzel

[1]) Ich will jedoch nochmals ausdrücklich hervorheben, dass die Frage nach den von *S. Mayer* vertretenen durchgehenden vasomotorischen Fasern nicht in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen worden ist

[2]) *H. Sanders-Ezn.* Vorarbeit für die Erforschung des Reflexmechanismus im Lendenmarke des Frosches. Arbeiten aus der physiolog. Anstalt zu Leipzig II. Jahrg. 1867 S. 25: „Aus dieser Erfahrung geht unzweifelhaft hervor, dass in dem Zwischenraum des 8. u. 9. Nerven nicht alle die Bedingungen vereinigt sind, welche das Zustandekommen der Reflexe ermöglichen."

[3]) *A. Koschewnikoff.* Ueber die Empfindungsnerven der hinteren Extremitäten beim Frosche. *Reichert* u. *du Bois'* Arch. 1868 S. 331.

[4]) *C. Eckhard.* Physiologie des Rückenmarkes in *Hermann*'s Handbuch d. Physiologie Bd. II Theil II S. 58: „Ich finde im Allgemeinen mit *Sanders-Ezn*,

keine Reflexe vermitteln soll. Von der Tragweite dieser Behauptung wird man sich eine Vorstellung machen, wenn man bedenkt, dass die 7. Wurzel beinahe an der oberen Grenze der Lumbalanschwellung gelegen ist, dass die 8. und 9. Wurzel mit zu den faserreichsten Spinalwurzeln gehören und dass im ganzen Lumbalmark bis zur 10. Wurzel hinab und noch darüber hinaus alle die histologischen Elemente in reichster Menge vorhanden sind, deren wir zur aprioristischen Construction von Reflexbögen bedürfen, also Wurzelfasern, grosse multipolare Ganglienzellen der Vorderhörner, Gerlach'sches Fasernetz, kleine Ganglienzellen der grauen Hintersäulen, weisse Commissuren.[1] Ich muss gestehen, dass ich beim Vortrag über diesen Punkt nie ohne sehr peinliche Empfindungen hinweggekommen bin.

Allerdings hat *Masius*[2] nicht nur dem Lumbalmark des Frosches im Ganzen, sondern jedem einzelnen, einem Wurzelpaar entsprechenden, Rückenmarkssegment die Fähigkeit zugesprochen, Reflexe zu vermitteln. Aber *Masius* gibt keine Beschreibung des direct von ihm Beobachteten, er theilt wesentlich nur seine Schlüsse aus demselben mit und die von ihm benutzte Methode, bei welcher das Rückenmark ohne Eröffnung des Wirbelkanals durchschnitten wird, dürfte überhaupt kaum geeignet sein, überzeugende Resultate zu liefern. Er sagt auch selbst ganz richtig, dass die einzige zuverlässige Methode darin bestehen könne, den Rückenmarkscanal zu eröffnen und an dem freigelegten Rückenmark zu operiren. Bei Anwendung dieser Methode hat er aber ebensowenig wie die anderen genannten Forscher positive Resultate erhalten, so dass *Eckhard* wohl ganz Recht hatte, sich durch die Stimme von *Masius* nicht abhalten zu lassen, in *Hermann*'s Handbuch der Physiologie ausdrücklich zu erklären, dass in den Gegenden des achten bis zehnten Nervenpaares des Frosches sich überhaupt die gesammten Bedingungen für Reflexe nicht mehr finden.

Da die Autoren, welche sich der richtigen Methode bedient

---

dass das zur Auslösung von Reflexen ungeeignete Ende des Rückenmarks des Frosches schon unterhalb des siebenten Nervenpaares beginnt, und dass in den Gegenden des 8.—10. Rückenmarknervenpaares sich überhaupt die gesammten Bedingungen für Reflexe nicht mehr finden."

[1]) Vgl. Fig. 1 u. 2. Taf. V.

[2]) *Masius* et *Vanlair*. De la situation et de l'étendue des centres réflexes de la moelle épinière chez la grenouille Extrait du tome XXI des Mémoires couronnés et autres Mémoires, publiés par l'Académie royale de Belgique 1870.

haben, nicht angeben, in welchen Zeiten nach der Operation ihre Beobachtungen angestellt wurden, so lag die Vermuthung sehr nahe, dass ihre Misserfolge durch die Wirkungen des Chocs bedingt waren. Ich habe deshalb die Untersuchung nach derselben Methode wieder aufgenommen, mit der Modification jedoch, dass ich nach geschehener Durchtrennung des Rückenmarks die Rückenwunde durch den gut vernähten Hautlappen sorgfältig bedeckte und an dem in günstige Bedingungen versetzten und sonst in Ruhe gelassenen Thier in regelmässigen Intervallen schonende Prüfungen der Reflexe vornahm. Um die Zahl der Beobachtungen zu vermehren, habe ich Herrn stud. *Hirsch* veranlasst, nach derselben Methode zu verfahren und wir haben allerdings etwas bessere Erfolge aufzuweisen als unsere Vorgänger.

Was zunächst das speciellere Operationsverfahren anlangt, so hat sich mir folgendes als das zweckmässigste erwiesen. Der Frosch wird so in ein Handtuch eingeschlagen und gefasst, dass die Vorderbeine mit Kopf besonders und die Hinterbeine für sich fest umwickelt, derart in der linken Hand zusammengefasst werden, dass der Zeigefinger dem nach unten gekrümmten Bauch zur Stütze dient. Kopf und Vorderbeine werden also fest zwischen Daumen und Zeigefinger, die Hinterbeine zwischen letzterem und Mittelfinger in mässig geschlossener Faust gehalten und der leicht gekrümmte Rücken liegt für die mit der rechten Hand auszuführenden Operationen von der Mitte der Darmbeine bis zur Mitte der Schulterblätter frei vor. Assistenz ist weder erforderlich noch erwünscht. Der Hautschnitt wird sehr ausgiebig geführt und zwar so, dass er hinten die Mitte der Darmbeine verbindet und seitlich längs der Lateral-Wülste aufsteigt — unter Vermeidung der in denselben verlaufenden starken Hautgefässe — bis zur Mitte der Schulterblätter, so dass ein mit der schmaleren Basis oben festsitzender trapezoider Lappen entsteht, der nach oben zurückgeschlagen wird. In der ganzen Länge der vorliegenden Wirbelsäule werden nun mit einem scharfen Messer vier Längsschnitte geführt, von denen zwei unmittelbar neben den Dornfortsätzen, zwei auf der lateralen Kante der Querfortsätze hinlaufen. Die beiden so abgegrenzten Lappen der Rückenmuskeln lassen sich dann leicht mit der Scheere entfernen, so dass die Wirbelbögen vom vierten bis zum neunten frei vorliegen und man auch die Insertion des Steissbeins deutlich sieht. Von letzterem Punkt aus sucht man sich nun durch Abzählen nach oben

den sechsten Wirbelbogen auf, entfernt zunächst diesen und dann auch noch den fünften mit einer kleinen spitzen und scharfen Knochenzange unter absoluter Vermeidung jeder Berührung des Rückenmarkes und seiner Wurzeln. Die Blutung ist hierbei stets ziemlich beträchtlich, sie wird aber nicht stark vermehrt, wenn man nun noch mit einer feinen Pincette die Spinalvene zerreisst und zugleich mit ihr die mit Guanidin stark infiltrirte lockere Gewebeschichte entfernt, welche das Rückenmark bedeckt. Mit der Stillung der Blutung hält man sich nicht weiter auf, als es zur Ermöglichung einer genauen Orientirung erforderlich ist und man verwendet dazu ein zwischen die Branchen der Pincette gefasstes weiches Schwammstückchen, mit dem das Rückenmark zu berühren, man auf das sorgfältigste vermeidet. In der Wunde der Wirbelsäule sieht man dann das Rückermark von der sechsten bis zur neunten Wurzel frei vorliegen. Für die weitere Orientirung am brauchbarsten ist die allerdings etwas tief im untern Wundwinkel gelegene Austrittstelle der neunten Wurzel, weil diese Wurzel in sehr characteristischer Weise fast genau in der Verlängerung der Lateralenkante der Lumbalanschwellung verläuft (vgl. Fig. 1).

Man kann nun die beabsichtigte Stelle für die Durchschneidung genau wählen. Die Durchschneidung führt man am besten mit einem sehr scharfen und feinen Messerchen in einem schnellen Zuge aus. Bei dieser einmaligen Durchschneidung darf man sich jedoch nie beruhigen, man muss 1 bis 2 Millimeter oberhalb einen zweiten Schnitt führen und das zwischen beiden Schnitten gelegene Rückenmarksstück, mit Vermeidung aller Zerrungen am unteren Rückenmarksstumpf, exstirpiren. Durch sorgfältiges Reintupfen und Sondiren (namentlich der seitlichen Kanten) des entleerten Theiles des Wirbelcanals muss man sich dann davon überzeugen, dass der obere Rückenmarksstumpf weder durch stehengebliebenes Rückenmark noch durch oberhalb der Schnitte entspringende Wurzeln mit dem Unterthiere zusammenhängt. Hat man sich genau hievon überzeugt, so wird der Hautlappen mit nicht zu weitläufigen Nähten befestigt und das Thier nach einer kurzen schonenden Prüfung sich selbst überlassen und zwar in einem mit frischem Wasser beschickten Froschtopf in dem es natürlich am besten allein bleibt.

Frösche, denen nach diesem Verfahren das Rückenmark an der Austrittsstelle der achten Wurzel durchtrennt war, zeigten nun in der That unmittelbar nach der Operation keine Reflexe

an den Hinterbeinen. Mit ziemlicher Sicherheit kann man aber darauf rechnen, dass sich bei genügendem Zuwarten nach einer halben, ganzen, ja wohl auch erst nach 2 Stunden recht beträchtliche Reflexe an den Hinterbeinen demonstriren lassen. Ebensowenig wie sich der Zeitpunkt der eintretenden Restitution vorhersagen lässt, ebensowenig ist die Dauer der Restitution constant. Früher oder später, manchmal erst am nächsten Tage, manchmal aber auch schon nach einer Stunde verschwindet die Reflexerregbarkeit des Hinterthieres für immer. Hiernach ist es klar, dass nur systematisch, in regelmässigen Intervallen angestellte Prüfungen Garantie für einen richtigen Einblick geben und dass die Restitution von Reflexen nach tiefer Rückenmarksdurchschneidung auch beim Frosch leicht hat übersehen werden können.

Die nach erfolgter Restitution zur Beobachtung kommenden Reflexe sind nun in mehrfacher Beziehung, und das ist ja an sich ganz lehrreich, von den gewöhnlichen Reflexen verschieden. In erster Linie erweisen sich dauernd als ganz unempfindlich diejenigen Hautpartieen, in denen sich — nach *Koschewnikoff* (l. c.) — keine sensiblen Fasern der zehnten oder neunten Wurzel verbreiten, so namentlich die Streckseite des Ober- und Unterschenkels. Am empfindlichsten sind stets Fusssohle und Hacke (versorgt von der neunten) sowie Aftergegend (versorgt von der zehnten Wurzel). Auf der Höhe der Restitution ist die Reflexempfindlichkeit namentlich an der Hacke und Fusssohle sogar oft weit über das normale Maass gesteigert. Wechselnd sind die Erfolge an den Zehen, ihre Empfindlichkeit ist manchmal restituirt, manchmal nicht.

Von keiner der genannten Hautstellen aus bekommt man, auch wenn die Erregbarkeit über die normale gesteigert ist, die gewöhnlichste Reflexbewegung des normalen Thieres zu sehen, das ist Anziehen des Beins in die sprungbereite Haltung oder Sprungbewegung. Sind die Zehen empfindlich, so ruft leichter Druck derselben Dorsalflexion des gereizten und häufig auch des andern Fusses hervor. Selten erstreckt sich die Beugebewegung auf das Knie oder gar auf das Hüftgelenk. Weit leichter und bei genügender Restitution auch weit heftiger treten aber Bewegungen auf, die man am normalen Frosch überhaupt nicht zu sehen bekommt und zwar bei Kneifen oder auch schon bei Berühren der Haut an Fusssohle, Hacke oder After. Die häufigste, beinahe als typisch zu bezeichnende Bewegung ist ein Grätschen mit Auswärtsrollen des gestreckten Beines, welches dann sehr auf-

fallend ist, wenn man bei der Prüfung das unter der Achsel leicht gehaltene Thier frei hängen lässt. Es ist dies eine Bewegung, wie sie durch alleinige Contraction der hintersten Portion des Triceps femoris (Vast externus) erzeugt werden kann. Dass dieser Muskelbauch an dem Reflex thatsächlich betheiligt ist, erkennt man durch die Haut hindurch, namentlich wenn die Prüfung an dem auf flacher Unterlage ruhenden Thier vorgenommen wird. Ob noch andere Muskeln gleichzeitig erregt werden, und welche, ist schwer zu ermitteln. Die übrigen Portionen des Triceps werden, wenn überhaupt, jedesfalls schwächer contrahirt. Die Grätschbewegung kann stark schleudernd erfolgen und ich habe bei empfindlichen Präparaten gesehen, dass das Zurückfallen der Hacke gegen die Pincette, welche die erste Bewegung ausgelöst hatte, einen genügenden Reiz für eine neue Auslösung abgab und so fort, so dass ein Phänomen ganz ähnlich dem galvanischen Froschtanz eintrat. Bei einem anderen Thier rief jeder Versuch, das herabhängende Bein durch Unterstützen der Fusssohle zu heben, eine so heftige Bewegung hervor, dass das ganze Thier zur Seite geschleudert wurde. Diese Beobachtungen habe ich an nicht strychnisirten Thieren gemacht. Uebrigens ist das Strychnin ganz geeignet, die für das abgetrennte untere Lumbalmark characteristischen Reflexe zu steigern, sobald überhaupt erst Zeichen von eingetretener Restitution vorhanden sind. Vorher ist das Strychnin ohne Wirkung auf das Hinterthier, und wenn man das Lumbalmark durchschneidet, nachdem Strychninkrämpfe ausgebrochen sind, so wird das Hinterthier bewegungslos. Hat man aber die Restitution abgewartet und gibt dann Strychnin, so kann man im Stadium der Steigerung der gewöhnlichen Reflexe auch die als typisch für das untere Lumbalmark beschriebenen in deutlicherer Weise zu sehen bekommen, wie ohne Strychnin. Bei vorschreitender Giftwirkung gehen sie dann aber in den gewöhnlichen allgemeinen Krämpfen, deren Gesammteffect Streckung ist, unter.

Weniger auffallend wie die beschriebene Grätschbewegung, aber ebenso characteristisch für das untere Lumbalmark ist ein anderer Reflex, welcher am leichtesten durch Kneifen der Aftergegend zu erreichen und an dem auf dem Bauch liegenden Thier zu beobachten ist. Er besteht in Contraction des M. coccygeoiliacus, durch welche das Steissbein gesenkt und die Wirbelsäule gehoben wird. Steissbein und Wirbelsäule bilden nämlich einen

zweiarmigen Hebel, dessen Hypomochlion in der Verbindungslinie der Darmbeinspitzen liegt. Diese Bewegung an sich wird leicht übersehen, um so überraschender und verwirrender sind dann aber gelegentlich ihre Folgen. Die durch die Wirbelsäule auf das Vorderthier übertragene Bewegung ruft nämlich gelegentlich, wenn Strychnin gegeben war sogar regelmässig, Reflexe an diesem hervor, so dass man wegen des Gelingens der nervösen Abtrennung des Vorderthiers vom Hinterthier in Zweifel gerathen kann.

Die tiefsten Durchtrennungen, nach denen Herr *Hirsch* und ich noch Restitution von Reflexen zu sehen bekommen haben, waren unmittelbar unterhalb des Eintritts des achten hinteren Wurzelpaares ausgeführt. Nach tiefer geführten Schnitten haben auch wir keine Reflexe mehr gesehen. Dafür ist aber die Regelmässigkeit, mit der Restitution nach Schnitten unmittelbar oberhalb der Austrittsstelle des achten Wurzelpaares eintrat, ausreichend, um darauf eine neue Auffassung des bisherigen Misserfolges nach Durchschneidung im Gebiet der siebenten und unseres Misserfolges nach Durchschneidung unterhalb der achten Wurzel zu begründen. Selbstverständlich werden wir nicht mehr mit *Eckhard* sagen dürfen, dass in den Gegenden des 8.—10. Rückenmarksnervenpaares sich überhaupt die gesammten Bedingungen für Reflexe nicht mehr finden. Für die Gegend des achten Paares haben wir sie ja nun nachgewiesen. Von den zum neunten und zehnten Wurzelpaar gehörigen Reflexbögen findet sicher ein guter Theil unterhalb der Austrittsstelle des achten Paares seinen Schluss. Dass die Spitzen dieser Bögen bei unseren tieferen, von Misserfolg begleiteten Durchschneidungen abgeschnitten worden sind, ist möglich, aber nicht wahrscheinlich. Ihre Restitution nach Durchschneidung in der Höhe der achten Wurzel spricht für eine tiefere Lage derselben, denn das beim Schnitt unmittelbar Gequetschte wird kaum restituirbar sein. Bedenkt man nun noch, dass die kräftigsten von uns nach der Restitution beobachteten Reflexe durch das neunte Wurzelpaar vermittelt sind, so wird man einen Theil der zu diesem Paar gehörigen Reflexbögen sicher als kurze im oben definirten Sinn bezeichnen müssen, ob freilich alle, wie *Masius* angenommen zu haben scheint, ist eine andere Frage, welche ich nicht bejahen möchte. Dagegen spricht namentlich die Abweichung in der Form der Bewegungen, welche diese kurzen Bögen vermitteln von denen, die bei Reizung derselben Hautstellen das intacte Thier zeigt. Auf Reizung der

Hacke tritt beim normalen Frosch Anziehen der Beine in die sprungbereite Haltung ein, nach Durchschneidung in der Höhe der achten Wurzel dagegen die oben beschriebene Grätschbewegung. Letztere wird gewiss auf einem kurzen, zum neunten Paar gehörigen Reflexbogen vermittelt, ob aber das, was ihr zur Bewegung des Beinanziehens fehlt, am normalen Thier auf einem nun abgeschnittenen langen Bogen des neunten Paares, oder auf einem ebenfalls nun abgeschnittenen kurzen des achten Paares vermittelt wurde, kann allerdings zweifelhaft erscheinen, denn die achte sensible Wurzel betheiligt sich an der Innervation der Haut auf der Hacke. Nun wissen wir aber schon durch *Sanders-Ezn*, dass Durchschneidung des Rückenmarks im Bereiche der sechsten Wurzel das Zustandekommen des normalen Beinanziehens insofern aufhebt, als die Beugung im Hüftgelenk beeinträchtigt ist.[1]) Am intacten Thier kommt also bei Reizung an der Hacke der gewöhnlichste Reflex nicht nur durch Vermittelung von kurzen Bögen des achten und neunten Wurzelpaares zu Stande, sondern es sind an demselben sicher auch lange Reflexbögen betheiligt und zwar solche, die von den Lumbalwurzeln auf und zu denselben auch wieder absteigen. Von einer segmentaren Anordnung der Reflex-Centren im Rückenmark des Frosches der Art, dass der ganze, der motorischen und sensiblen Wurzel eines Wurzelpaares gemeinsame, reflectirende Apparat innerhalb des diesem Paar entsprechenden, Rückenmarksegmentes vereinigt läge, wie *Masius* anzunehmen scheint, kann also allerdings nicht wohl die Rede sein. Die von uns nachgewiesenen kurzen Reflexbögen des neunten Wurzelpaares bilden eben nur einen Theil des den sensiblen und motorischen Wurzeln dieses Paares gemeinsamen Reflexapparates. Durch den Nachweis dieser Bögen ist eine, von mir schwer empfundene Schwierigkeit für die Deutung des functionellen Werthes der histologischen Rückenmarkselemente beseitigt, aber die Frage nach der Topographie der Reflex-Centren des Rückenmarks eben nur gestreift und keineswegs erschöpfend beantwortet.

Vor Schluss dieses Paragraphen will ich noch ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dass zu den kurzen Reflexbögen des neunten Wurzelpaares auch bilaterale gehören, wofür man in der obigen Darstellung meiner Beobachtungen unschwer den Beweis finden wird.

[1]) *Sanders-Ezn* a. a. O. Seite 25.

§ 4. Ueber lange Reflexbögen im Rückenmark des Frosches.
(Beugekrämpfe nach localer Strychninvergiftung des oberen Dorsalmarks.)

Den Begriff der langen Reflexbögen würde ich gerne scharf so fassen, dass darunter solche zu verstehen seien, welche die sensiblen und die motorischen Wurzeln desselben Wurzelpaares derart verbinden, dass sie in Rückenmarksegmente, die anderen Wurzelpaaren angehören, hineinragen. Wegen der Beschränktheit des experimentell Erreichbaren muss ich jedoch hier von der Zusammengehörigkeit der peripheren Theile des Bogens zu demselben Wurzelpaar absehen und lange Reflexbögen diejenigen nennen, deren Uebergang aus Peripherie in Centrum und umgekehrt im Lumbalmark überhaupt Statt findet und deren centrales Schlussstück in höheren Theilen des Dorsalmarks gelegen ist. Dass es lange Reflexbahnen überhaupt, z. B. solche, welche Bewegungen an den Vorderbeinen nach Reizung der Hinterbeine, und umgekehrt, vermitteln, im Rückenmark des Frosches gibt, ist ja allgemein bekannt, aber es ist nicht schwer, in der Vorstellung diese langen Reflexbahnen von denjenigen langen Reflexbögen zu trennen, welche ich eben definirt habe. Auf die Wahrscheinlichkeit der Existenz solcher Bögen haben wir schon im vorigen Paragraphen hinzuweisen Gelegenheit gehabt. Sie wird ferner gestützt durch Angaben von *Rosenthal* und *Mendelsohn*, welche nach Abtrennung des oberen Theils des Dorsalmarkes die Leichtigkeit, Reflexe an dem einen Hinterbein des Frosches durch Reizung des anderen auszulösen abnehmen sahen.[1]) Es muss aber doch erwünscht scheinen, die Existenz solcher Reflexbögen in directerer Weise zur Anschauung zu bringen, zumal aus *Mendelsohn*'s Beobachtungen Schlüsse auf lange Reflexbögen, welche sensible und motorische Lumbalwurzeln derselben Seite verbinden, gar nicht gezogen werden können. Scheinbar kann nun die zum Nachweis der kurzen Reflexbögen benutzte Methode nicht auch zur Demonstration der langen dienen. Thatsächlich brauchen wir aber an derselben nur eine nicht wesentliche Modification anzubringen, um unsern Zweck zu erreichen.

Die kurzen Reflexbögen haben wir nachgewiesen, indem wir das Verhältniss der Wegsamkeit der kurzen zu derjenigen der

[1]) Vergl. *M. Mendelsohn* Untersuchungen über Reflexe. Sitzungsber. der Berl. Akad. d. Wissensch. 1882 (Oct.) und 1883 (Februar).

etwa vorhandenen langen änderten. Wir haben letztere einfach durch Abschneiden auf Null reducirt. Selbstverständlich können wir keinen Schnitt so führen, dass die kurzen Reflexbögen durchtrennt würden, während die langen intact blieben. Das Verhältniss der Wegsamkeit auf beiden Bögen können wir aber zu Ungunsten der kurzen auch dadurch ändern, dass wir die Erregbarkeit der reflectirenden Apparate langer Bögen, welche der Annahme nach ja in einiger Entfernung von denen der kurzen liegen müssen, erhöhen. Ein Mittel zur Erhöhung der Erregbarkeit reflectirender Apparate besitzen wir bekanntlich im Strychnin. Es kommt also darauf an, den oberen Theil des Rückenmarks vom Frosch local mit Strychnin zu vergiften. Liegen dort reflectirende Apparate langer, zu den Lumbalwurzeln gehöriger Reflexbögen, so werden sich diese durch Erhöhung der Leichtigkeit, mit der die gewöhnlichen Reflexe an den Hinterbeinen auszulösen sind, und bei fortschreitender Strychninwirkung durch Reflexkrämpfe an den Hinterbeinen, welche durch Reizung der Haut derselben auszulösen sind, zu erkennen geben.

Noch von einem anderen Gesichtspunkte aus kann man auf den Erfolg einer localen Strychninvergiftung des oberen Dorsalmarkes des Frosches gespannt sein. Aus dem ersten Theil des *Engelhardt*'schen Versuchs [1]) wissen wir nämlich, dass jede Durchschneidung der Wirbelsäule des decapitirten Frosches oberhalb der Grenze zwischen viertem und fünftem Wirbel eine intensive Beugung der Hinterbeine zur Folge hat. Bei tiefer geführten Schnitten tritt bekanntlich ebenso intensive Streckung ein. Der Erfolg des ersten Theiles des *Engelhardt*'schen Versuches könnte nun offenbar darauf beruhen, dass durch seine Schnitte directe intramedullär absteigende Verlängerungen der centripetalen Bahnen des Armplexus getroffen würden, welche einen Theil der langen Reflexbahnen Arm-Bein darstellten und deren Reizung ebenso wie Aetzung der Haut am Arm, Beugung der Beine bedingen könnte. Der erste Theil des *Engelhardt*'schen Versuchs ist nun in der That auch von mehreren Seiten so gedeutet worden.

Beachtet man aber die Geringfügigkeit des Erfolges einer Durchschneidung des Armgeflechts im Verhältniss zu der mächtigen

[1]) *E. Engelhardt* Function der oberen und unteren Hälfte des Rückenmarkes hinsichtlich der Beuge- und Streckmuskeln der Gliedmassen. *J. Müller*'s Archiv 1841 S. 206.

Wirkung des Schnittes durch das obere Dorsalmark, so wird man diese Deutung fallen lassen und der Annahme einer Reizung solcher centralen Schaltapparate, wie sie zum Schluss von Reflexbögen dienen, den Vorzug geben. Vom Standpunkte dieser Annahme aus wird man nun erwarten, bei localer Strychninvergiftung des oberen Dorsalmarkes die Beugebewegungen der Unterextremitäten bevorzugt zu sehen. Tritt die erwartete Bevorzugung der Beugebewegungen überhaupt ein, so wird man aus derselben auf die Existenz und das Vorwiegen von Beugung vermittelnden reflectirenden Apparaten im oberen Dorsalmark des Frosches schliessen dürfen, und ist derselbe Erfolg mit Reizungen der Haut an den Unterextremitäten verknüpft, so wird man weiter annehmen dürfen, dass jene reflectirenden Apparate auch in lange Reflexbögen der Lumbalwurzeln eingeschaltet sind.

Meine Erwartung hat mich nun in der That nicht getäuscht. Sowohl in einer grossen Anzahl eigener Versuche als auch in solchen, welche Herr Stud. *Hirsch* nachgemacht hat, habe ich den vorausgesagten Erfolg eintreten sehen. Ich habe denselben auch Herrn Prof. *Fick* im Laboratorium sowie meinen Zuhörern im Colleg und einer grössern Anzahl von Personen gleichzeitig in einer Sitzung der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg demonstriren können.

Das von mir und Herrn Stud. *Hirsch* ausprobirte Versuchsverfahren ist folgendes. Ein frischer, lebhafter Frosch (Ran. temp. ist geeigneter als esculenta) wird so präparirt, wie es nach den Angaben in § 1 Behufs elektrischer Reizung des oberen Rückenmarks geschieht, nur wird die Wirbelsäule bis zum fünften Wirbel abwärts ganz entfernt. Zum Fixiren des Präparates dient eine Vorrichtung, welche aus einem Grundbrett besteht, auf dem sich ein mit Kork bekleidetes Brettchen zum Feststecken des Präparates und davor, durch eine 2 Millimeter breite und 1 Centimeter tiefe Rinne von ersterem getrennt ein kleineres befindet, welches letztere. mit einem angefeuchteten Fliesspapierbausch versehen, dem Rückenmarkstumpf zur Unterlage dient. Auf das mit Kork bekleidete Brettchen wird das auf dem Rücken liegende Präparat mit 4 Nadeln so festgesteckt, dass je zwei zu beiden Seiten der Wirbelsäule eingesteckte Nadeln letztere vollkommen fixiren. Der vordere Rand des stehengebliebenen fünften Wirbels schneidet mit dem vorderen Rand des Brettchens ab und der Rückenmarkstumpf wird durch die Luft hindurch über die Rinne so auf den

Papierbausch gebrückt, dass er von der dritten Wurzel an letzterem anfliegt. Dieser aufruhende Theil wird mit einem ebenfalls angefeuchteten Fliesspapierstreifchen bedeckt. Zur Anfeuchtung dient zunächst physiologische Kochzalslösung. Ist das Präparat so weit hergerichtet, so wird es auf seine Empfindlichkeit geprüft. Damit die Beine ohne Hinderniss bewegt werden können, ist es nöthig, sie selbst und ihre Unterlage gut feucht zu erhalten. An sehr empfindlichen Präparaten hat es einige Schwierigkeit, den Beinen gestreckte Haltung anzuweisen, jeder Versuch, sie zu strecken, löst einen Beugereflex aus. Auch weniger empfindliche Präparate sind noch brauchbar," wenn wenigstens jeder mässige Druck der Zehe am ausgestreckten Bein ein Anziehen desselben in sprungbereite Haltung zur Folge hat. Weniger empfindliche Präparate geben nur geringe Aussicht auf Gelingen des Versuchs.

Hat man sich nun noch davon überzeugt, dass leichtes Berühren anderer Hautstellen keine Reflexe auslöst, so schreitet man zur Vergiftung. Diese leitet man ein, indem man einige Tropfen einer Mischung von 1%iger Strychninlösung mit 1/2%iger Kochsalzlösung zu gleichen Theilen auf den dem Bausch aufgelagerten Rückenmarkstheil träufelt. Ist die durch die Luft geführte Parthie des Stumpfes leicht nach vorn abschüssig, so ist keine Gefahr vorhanden, dass hierbei Strychnin weiter nach hinten fliesst und die capillare Ausbreitung der Strychninlösung nach hinten kann man dadurch verhindern, dass man, was schon zur Verhinderung des Eintrocknens nothwendig ist, von Zeit zu Zeit physiologische Kochsalzlösung auf die vordere Kante des Rückgratstumpfes träufelt. Das Aufträufeln der Strychninlösung auf den Bausch wiederholt man ebenfalls von Zeit zu Zeit.

Man hat jetzt nichts weiter zu thun, als abzuwarten und in nicht zu kurzen Intervallen die Reflexerregbarkeit zu prüfen. Man findet dann, dass allmälig die Tendenz zur Innehaltung der sprungbereiten Haltung zunimmt, oft so beträchtlich, dass diese Haltung wie eine elastische Gleichgewichtslage erscheint, indem jeder Versuch, das Bein aus derselben zu entfernen, auf Widerstände stösst, die mit dem Grade der Entfernung wachsen. Das durch die überwiegende Kraft der menschlichen Hand gestreckte Bein schnellt, losgelassen, dann in die sprungbereite Haltung zurück. Gelegentlich entwickeln sich alternirende Beugungen und Streckungen des Fusses, welche auf einmalige Berührung

einer Zehe in mehrfacher schneller Wiederholung eintreten. Mit zu den frühsten Syptomen gehört ferner eine Erhöhung der Leichtigkeit der Ausbreitung der Reflexe auf die andere Seite. Man kann hierbei nicht selten beobachten, dass das Anziehen des gereizten Beines sich mit Streckung des anderen vergesellschaftet. Auch folgt wohl dem Anziehen des gereizten Beines unmittelbar eine Streckung desselben Beines, doch tritt diese Erscheinung meist nur bei Präparaten von nicht frischen Fröschen oder nach leichten Schädigungen des freigelegten Rückenmarkstheiles ein.

Will man die beinbewegenden Apparate nicht durch zu häufige Prüfung ermüden, so kann man eine andere Reaction benutzen, um sich von dem erwünschten Fortschreiten der Giftwirkung zu überzeugen. Die Empfindlichkeit der an den Weichen stehen gebliebenen Haut nimmt nämlich ebenfalls zu und diese Zunahme äussert sich in immer wachsender Leichtigkeit, von diesen Hautstellen aus reflectorische Contractionen in den darunter gelegenen seitlichen Parthien der Bauchmuskeln auszulösen.

Die bisher beschriebenen Symptome unterscheiden sich in Nichts von denen, welche auch nach allgemeiner Strychninvergiftung eingetreten wären. Auch bei einer solchen ist das erste Stadium gekennzeichnet durch Erhöhung der Leichtigkeit und der Intensität, mit der die gewöhnlichen Reflexe, namentlich also auch der des Anziehens der Hinterbeine in die sprungbereite Haltung hervorgerufen werden können. Die Symptome des vorliegenden Stadiums enthalten also in sich keine Garantie dafür, dass es sich wirklich um eine auf das obere Dorsalmark beschränkte Strychninwirkung handelt. Hat man in dieser Beziehung noch Zweifel, welche übrigens bei sorgfältiger Handhabung des angegebenen Verfahrens kaum gerechtfertigt erscheinen dürften, so kann man dieselben dadurch verringern, dass man schon in diesem Stadium das direct mit Strychnin behandelte Rückenmarkstück abschneidet. Da das hiernach eintretende Zurückgehen der Reflexerregbarkeit auf oder unter das ursprüngliche Mass aber auf eine hemmende Wirkung des Schnittes bezogen werden könnte, thut man besser, ein weiteres Stadium der Giftwirkung abzuwarten. Dies bietet denn in der That Erscheinungen, welche von dem, was man bei vorschreitender allgemeiner Strychninwirkung zu sehen bekommt, so auffallend abweichen, dass man an der localen Beschränkung der Vergiftung nicht länger zweifeln kann.

Unsere Präparate zeigen nämlich in dem Stadium, in dem ein allgemein mit Strychnin vergifteter Frosch jedwede leichte Berührung mit intensiven Streckkrämpfen beantwortet, ebenso ausgebreitete Krämpfe desselben Characters mit dem einzigen aber sehr auffallenden Unterschied, dass der Gesammt-Effect der krampfhaft zusammengezogenen Muskeln in intensiver Beugung der Unterextremitäten, meist in allen Gelenken, jedesfalls im Hüftgelenk, besteht. Die Haltung der Beine weicht während der Dauer dieser Beugekrämpfe mehr oder weniger von der sprungbereiten ab. Der Oberschenkel ist im Hüftgelenk stärker gebeugt und, was bei der sprungbereiten Haltung nicht eintritt, nach innen gerollt, so dass sich die Kniee des auf dem Rücken liegenden Präparates erheben und der Mittellinie nähern. Dieses Einwärtsrollen kann bedingt sein durch Contraction der Adductoren und auch des Vastus internus. Letzterer Muskel ist dann sicher stark an Beugung und Einwärtsrollung des Oberschenkels im Hüftgelenk betheiligt, wenn die reflectorischen Starrkrämpfe mit Streckung im Kniegelenk verlaufen, in welchen allerdings nicht sehr häufigen Fällen eine Beinhaltung resultirt, wie sie der Frosch häufig beim Decapitiren gleichsam zur Abwehr des eingreifenden Instrumentes einnimmt.

Eine besonders starke Betheiligung des Vastus internus an den Reflexkrämpfen, welche nach localer Strychnisirung des oberen Dorsalmarks ausbrechen, zu constatiren, ist darum von besonderem Interesse, weil wir einen anderen Theil desselben Musc. triceps, den Vastus externus nämlich, bei einem durch das untere Lumbalmark vermittelten Reflex, jenem im § 3 besprochnen Rückwärtsgrätschen mit Auswärtsrollen eine hervorragende Rolle spielen sahen.

Die Thatsache, dass Beugekrämpfe bei unserem Verfahren auftreten, ist an sich für Jeden, der einigermassen mit den Strychninwirkungen an Fröschen vertraut ist, ein vollgültiger Beweis dafür, dass es sich um eine beschränkt gebliebene Vergiftung gehandelt hat, denn Beugekrämpfe treten bei allgemeiner Vergiftung mit Strychnin nie auf, wenn auch in den früheren Stadien derselben allerdings die gewöhnlichen coordinirten Beugereflexe erleichtert sind. Zum Ueberfluss kann man nun aber, nachdem sich die Beugekrämpfe ausgebildet haben, den der Giftwirkung direct ausgesetzten Theil des Rückenmarks durch einen in der Höhe der dritten Spinalwurzel geführten Schnitt entfernen.

Alle Krämpfe fallen dann fort und zwar sicher nicht in Folge einer Reizung von Hemmungsfasern, denn ein Schnitt in gleicher Höhe durch das Rückenmark eines allgemein vergifteten Frosches geführt, lässt die Streckkrämpfe fortbestehen. Durch das Eintreten der Beugekrämpfe an sich und durch ihr Fortfallen nach dem Schnitt ist also der sichere Beweis geführt, dass unsere Strychninwirkung auf den oberen Theil des Dorsalmarkes beschränkt geblieben war. Wenn wir nun in der ersten Phase dieser Wirkung ein leichteres Auftreten der durch die Lumbalwurzeln vermittelten gewöhnlichen coordinirten Reflexe nachweisen konnten, so ist dies nur so zu verstehen, dass durch das Strychnin die Erregbarkeit von reflectirenden Apparaten erhöht worden war, die, im oberen Theil des Dorsalmarkes gelegen sind und zu Reflexbögen der Lumbalwurzeln gehören. Unzweideutiger kann die Existenz langer Reflexbögen wohl nicht nachgewiesen werden. Von besonderem Interesse ist auch noch, dass diese langen Reflexbögen solche sind, durch welche die gewöhnlichen coordinirten Reflexe wesentlich, wenn auch nicht ausschliesslich vermittelt werden. Ich sage nicht ausschliesslich, denn nach Durchschneidung in der Höhe der dritten Wurzel treten die gewöhnlichen coordinirten Reflexe, wenn auch sehr abgeschwächt, wieder ein.

Zur Vervollständigung des Thatsächlichen ist nun noch zu erwähnen, dass, wenn man mit dem Schnitt länger wartet, die Beugekrämpfe in Streckkrämpfe übergehen, dass bei geschwächten Thieren oder missglückten Präparaten das Stadium der Beugekrämpfe fehlen kann, dass aber die durch unser Verfahren überhaupt hervorgerufenen Streckkrämpfe durch den Schnitt ebenfalls beseitigt werden, dass sie also durch Strychnisirung desselben Rückenmarkstheiles bedingt sind, welcher bei einem früheren Stadium der Giftwirkung und bei guten Präparaten Beugekrämpfe vermittelt. Ferner ist anzuführen, dass bei gesteigerter Erregbarkeit schon vor Ausbruch von Beugereflexkrämpfen durch leichtes Streichen der Gegend der zweiten Spinalwurzel Beugekrämpfe ausgelöst werden können, dass mechanische Reizung im Bereich der dritten und vierten Wurzel wenig Erfolg hat, dass aber am oberen Rande des fünften Wirbels über der Rückenmarksstelle, von welcher an abwärts jede Berührung intensive Streckung auslöst, eine kurze Strecke gelegen ist, deren leichte mechanische Reizung zunächst Contractionen der Muskeln in den Weichen

und dann Beugung der Beine hervorruft. Schlüsse aus diesen Beobachtungen zu ziehen, wollen wir uns auf später versparen.

Einer Frage müssen wir aber schon jetzt näher treten, derjenigen nämlich nach der Natur der reflectirenden Elemente, deren Existenz und nahe Beziehung zu den von Lumbalwurzeln vermittelten Beugereflexen wir im oberen Dorsalmark nachgewiesen haben. Dass nicht einfache Leitungsbahnen von der Natur markhaltiger Nervenfasern massgebend für die beschriebenen Erscheinungen gewesen sind, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung. Die Elemente, welche wir nächst den genannten am besten kennen und von denen wir am meisten Grund haben anzunehmen, dass je eins derselben in jeden Reflexbogen eingeschaltet ist, sind die grossen Ganglienzellen der grauen Vordersäulen. In diesen könnten wir uns sehr gut die Angriffspunkte für die Strychninwirkung gelegen denken. Sollen oder dürfen wir uns aber vorstellen, dass die Muskeln der Hinterbeine, welche nach localer Strychnisirung des oberen Dorsalmarkes an den erleichterten coordinirten Reflexen oder an den Reflexkrämpfen betheiligt gewesen sind, mit einem gewissen Antheil ihrer Fasern durch ununterbrochene motorische Erregungsleitung in intra- und extramedullären markhaltigen Nervenfasern direct von motorischen Ganglienzellen des oberen Dorsalmarkes abhängen? Dies wäre doch die Consequenz der Annahme, dass die Strychninwirkung in solchen Elementen ihren Sitz gehabt hätte, vorausgesetzt, dass wir uns alle grossen Zellen der grauen Vordersäulen als wesentlich gleichwerthig, jede als den Ursprungsort einer oder mehrerer motorischer Wurzelfasern und keines derselben anders als durch intra- und extramedulläre markhaltige Nervenfasern mit Muskelfasern verbunden denken. Da wahrscheinlich erheblich weniger grosse Zellen in den grauen Vordersäulen vorhanden sind, als Nervenfasern in den vorderen Wurzeln und da jene Zellen histologisch als wesentlich gleichwerthig erscheinen, fehlt uns jeder Anhalt für die Annahme, dass unter diesen Zellen solche vorhanden seien, die wie Centurionen einer ganzen Zahl anderer präordinirt wären. Verführerisch muss eine solche Annahme freilich Jedem erscheinen, der es versucht, sich eine Vorstellung von den Veranstaltungen zu bilden, die im Central-Nervensystem der Coordination der Bewegungen vorstehen. Was könnte zweckmässiger erscheinen als eine Gliederung nach militärischem Muster. Proximal gelegene Ganglienzellen deren jeder eine gewisse Zahl weiter distal gelegener subordinirt wären,

welche letzteren dann ihrerseits eine gewisse Zahl von Muskelfasern verschiedener Muskeln zu gemeinschaftlicher einheitlicher Zweckerfüllung beherrschten. Wegen Mangel jedes thatsächlichen Anhaltes für diese Vorstellung müssen wir aber der Annahme wesentlich gleicher und letztinstanzlicher Beziehungen aller grossen Ganglienzellen der grauen Vorderhörner zu den Muskelfasern den Vorzug geben und wir nehmen also die Frage wieder auf, ob wir uns denken sollen, dass solche, in der bezeichneten Beziehung zu Muskelfasern der Hinterbeine stehende Elemente im oberen Dorsalmark vorhanden und in unseren Versuchen durch Strychnin verändert worden sind.

Dass die erste centrale Projection jedes anatomisch einheitlichen Muskels nicht principiell einheitlich ist, habe ich wiederholt vertreten. Anzunehmen aber, dass sich die Ausdehnung der ersten centralen Projektion einzelner oder aller Hinterbeinmuskeln bis in das vordere Dorsalmark erstrecken sollte, erscheint allerdings kühn, wenn sich auch eine solche Anordnung vom Standpunkte einer aprioristischen Construction des Zweckmässigen, als im Interesse der functionellen Zusammenfassung anatomisch getrennter aber im Sinne der Bewegungs-Coordination zusammengehöriger Muskeln vertreten liesse. Wir brauchen uns hiermit aber weiter keine Mühe zu geben, denn die Thatsachen sprechen dagegen. Erinnern wir uns der im ersten Paragraphen beschriebenen Versuche, in denen auf Reizung der auch hier in Frage kommenden Partie des oberen Dorsalmarkes die Bewegung aller Beinmuskeln mit beträchtlicher Verzögerung erfolgte. Wir haben dies Versuchergebniss als einen Beweis gegen die Existenz von durchgehenden motorischen Fasern aus Hirn und verlängertem Mark zu den Wurzeln des Lumbalplexus angesehen. Sie enthalten aber ebenso gut auch den Beweis gegen die Existenz von durchgehenden motorischen Fasern aus motorischen Ganglienzellen des oberen, die Strychninvergiftung mit Beugekrämpfen der Unter-Extremitäten beantwortenden Partieen des Dorsalmarks. Motorische Ganglienzellen der Beinmuskeln liegen also nicht bis in diesen Theil des Rückenmarks hinein zerstreut, wenigstens nicht solche, welche wir als letztinstanzliche bezeichnet haben.

Die reflectirenden Apparate, welche in unseren Versuchen durch das Strychnin verändert wurden, waren also entweder solche grosse Ganglienzellen der Vorderhörner, die mit gar keinen Muskelfasern in directer Leitungsverbindung stehen, oder auch

solche, welche zwar motorischen Fasern des Armgeflechts direct zum Ursprung dienen, die aber ausserdem auf die Beinmuskeln und zwar durch Vermittlung noch anderer Rückenmarkselemente wirken — oder aber, und das ist bei dem Mangel jedes Anhaltes für die Annahme der Existenz von grossen Ganglienzellen mit einer der bezeichneten Verbindungsweisen zunächst das Wahrscheinlichere, es waren gar keine grossen Ganglienzellen und dann bleibt nur noch die Wahl zwischen kleinen Ganglienzellen und Fasern des Gerlach'schen Netzes. Dass zellige Elemente einen regeren Stoffwechsel haben werden als Fasern und dass sie deshalb auch leichter jener Labilität ihrer molecularen Structur verfallen werden, welche für die Strychninwirkung characteristisch zu sein scheint, ist keine zu gewagte Annahme und so bleibt als Schlussergebniss unserer Untersuchung übrig, dass diejenigen reflectirenden und coordinirenden Elemente, welche in unseren Versuchen von der Strychninwirkung betroffen wurden und wesentlich die von uns beobachteten Erscheinungen bedingt haben, wahrscheinlich solche kleine Ganglienzellen des oberen Dorsalmarkes gewesen sind, die zu den tiefer gelegenen motorischen Ganglienzellen der Muskeln der Unterextremitäten und namentlich zu denen der Beuger in naher functioneller Beziehung stehen.

§ 5. Versuch einer Definition und Topographie der wichtigsten Reflexcentren im Rückenmark des Frosches.

In den vorhergehenden Paragraphen ist einiges Material enthalten, welches dazu verleiten kann, einen Versuch zu einer vorläufigen Definition und Topographie der wichtigsten Reflexcentren im Rückenmark des Frosches zu wagen. Ehe wir jedoch hierzu schreiten können, müssen wir Einiges über die Mechanik der Hinterextremitäten dieses Thieres vorausschicken.

Das Verständniss des hier Vorzutragenden dürfte durch Betrachtung der in Fig. 3, 4, 5 gegebenen Zeichnungen nicht unwesentlich erleichtert werden.

Wir haben im Vorhergehenden immer schlechtweg von Beugung und Streckung der Hinterbeine gesprochen und den so bezeichneten Bewegungen hauptsächlich unsere Aufmerksamkeit zugewendet. Besondere Beachtung verdienen sie in der That, weil sie sich mit dem Anziehen in sprungbereite Haltung und

mit der Sprungbewegung selbst decken, mit zwei Bewegungen also, deren jede als eine aus bestimmten Bewegungs-Elementen in zweckmässiger Weise coordinirte angesehen werden muss und deren regelmässiges Alterniren dem wichtigsten Zweck des Bewegungs-Apparates überhaupt, das ist der Locomotion dient. Was die Fluchtbewegung vorbereitet, das ist das Anziehen der Beine in die sprungbereite Haltung und was sie ausführt, das ist die Sprungbewegung selbst, das muss unter der Mitwirkung von Apparaten geschehen, an denen das Wesentliche der die geordneten Reflexe vermittelnden Einrichtungen am besten sich erkennen lassen wird. Dass man vom Centralnervensystem nichts weiter als das Rückenmark braucht, um diese Einrichtungen an den genannten Bewegungen zu studiren, geht daraus hervor, dass ein nur aus der Wirbelsäule mit Rückenmark und den Hinterbeinen bestehendes Präparat, wenn man es auf die Bauchseite legt, sich mit grosser Virtuosität und leidlichem Erfolg auf die Flucht begeben kann.

Das Anziehen der Beine in die sprungbereite Haltung als Beugung zu bezeichnen, erscheint in Bezug auf die Bewegungen im Fuss- und Kniegelenk ohne Weiteres als berechtigt. Die Drehung des Oberschenkels im Hüftgelenk dagegen ist auf den ersten Blick vielmehr mit dem, was man beim Menschen Abduction nennt, zu vergleichen, denn das Knie wird dabei ungefähr in einer transversalen Ebene bewegt, so dass es seitwärts neben den Weichen zu liegen kommt. Die Muskeln, welche diese Bewegung veranlassen, sind aber homolog den Beugern des menschlichen Oberschenkels und dass sie beim Frosch jenen abducirenden Effect haben, liegt daran, dass der Oberschenkel des Frosches ein für allemal so stark nach aussen gerollt ist, dass die Kniescheibe, wenn der Frosch eine solche hätte, ihre Fläche rein seitwärts kehren würde. Dieser Grad der Auswärtsrollung scheint bei den gewöhnlichen Bewegungen des Froschbeins sehr wenig verändert zu werden, nur bei den durch das obere Dorsalmark vermittelten Beugekrämpfen sahen wir ihn ab-, bei den durch die kurzen Reflexbögen der untersten Lumbalwurzeln vermittelten Reflexen dagegen zunehmen. Nachdem dies vorausgeschickt ist, werden wir die beim Anziehen des Beines in sprungbereite Haltung ausgeführte Bewegung im Hüftgelenk ohne Furcht vor Missverständnissen eine Beugung nennen dürfen.

Um das ausgestreckte Bein in die sprungbereite Haltung

zu bringen, braucht der Frosch, wenigstens was die Bewegungen im Hüft- und Kniegelenk anlangt, nur einen Muskel zu innerviren, nämlich den Musculus ileopsoas. Dieser starke eingelenkige Muskel ist beim Frosch der Beuger des Oberschenkels κατ' ἐξοχήν. Ueber seine beugende Wirkung kann bei keiner Haltung des Oberschenkels ein Zweifel sein. Er unterscheidet sich darin von andern Muskeln, welche wie der Vastus externus, den schon gebeugten Oberschenkel weiter beugen, von einer gewissen Streckung an aber strecken. Einen solchen Umschlag in der Wirkungsweise zeigen auch, glaube ich, die Adductoren. Es liegt dies daran, dass diese Muskeln ausserhalb der Drehungsebene des Os femoris gelegen, und oben so inserirt sind, dass die Resultante ihres Zuges bald auf die Beuge-, bald auf die Streckseite der sagittal gerichteten Drehaxe zu liegen kommt. Unter allen Umständen streckend auf den Oberschenkel wirken die von der distalen Rundung des Symphysenkammes entspringenden Muskeln (M. semimembranosus und rectus internus major). Diese Muskeln überspringen das Hüft- und Kniegelenk und sie bewirken wie die ebenfalls zweigelenkigen Mm. biceps und semitendiosus ausser der Streckung in der Hüfte auch Beugung im Knie. Um letztere Bewegung zu vermitteln, brauchen diese Muskeln gar nicht einmal contrahirt zu werden, denn ihre natürliche Länge ist schon im ruhenden Zustand so klein, dass am todten Thier die durch Zug am Ileopsoas bewirkte Beugung der Hüfte sich ohne Weiteres mit der Beugung des Knies vergesellschaftet. Man sollte eigentlich erwarten, dass nach demselben Muster jede Beugung am Kniegelenk bei schlaffen Streckern des Fussgelenkes von einer Dorsalflection des Fusses begleitet sein sollte, denn der M. tibialis anticus und der M. peroneus sind beim Frosch zweigelenkig und übersetzen mit ihren oberen Sehnen die Streckseite des Kniegelenks, so dass bei der Beugung des Kniees ein Zug an ihnen ausgeübt wird. Die natürliche Länge im ruhenden Zustand scheint bei diesen Muskeln aber nicht klein genug zu sein, wenigstens habe ich beim Zug am Ileopsoas ausser der Beugung am Knie nicht auch Dorsalflection des Fusses zu sehen bekommen. Beim gewöhnlichen Anziehen der Beine in die sprungbereite Haltung wird der Frosch also — ausser gewissen Zehenmuskeln, von denen wir hier absehen wollen — wenigstens den M. ileopsoas und die Mm. tibialis ant. und peroneus innerviren müssen, die Innervation dieser Muskeln genügt aber auch.

Ist das Bein erst in die sprungbereite Haltung gebracht und bleiben die genannten Muskeln stark contrahirt, so kann die Innervation aller anderen Beinmuskeln sehr beträchtlich anschwellen, ohne dass es zur Sprungbewegung kommt. Ist die Streckung des Fusses stärker behindert (durch Tib. ant. und Peroneus) als die Beugung im Knie, so wird der Gastroknemius als Kniebeuger wirken ebenso wie die zweigelenkigen Muskeln an der inneren Seite des Oberschenkels (Semimembr., Rect. int., Semitend., Bic.), so lange deren Wirkung auf das Hüftgelenk durch Ileopsoas und Triceps das Gleichgewicht gehalten wird. Sobald jedoch der Ileopsoas erschlafft, überwiegen die Muskeln an der Innenseite des Oberschenkels als Hüftstrecker, wofür sie in ihrer kniebeugenden Wirkung durch den Triceps um so leichter überwunden werden, wenn ihr bisheriger Cumpan, der Gastroknemius, in Folge gleichzeitiger Erschlaffung der Fussbeuger seine Hauptwirkung von dem Knie auf das Fussgelenk verlegen kann. Der Umschlag aus Beugung in Streckung wird noch dadurch begünstigt, dass ein Theil der Oberschenkelmuskeln, wie schon erwähnt (Vast. ext. und die Adductoren), von einer gewissen Stellung des Oberschenkels an, aus Hüftbeugern zu Hüftstreckern werden.

Der Vorgang bei der gewöhnlichen Locomotion des Frosches wird also darin bestehen, dass zunächst, wenn die Beine gestreckt waren, durch vorwiegende oder alleinige Thätigkeit des Ileopsoas und der Fussbeuger die sprungbereite Haltung herbeigeführt wird, dass dann die Innervation aller Beinmuskeln ziemlich gleichmässig anschwillt, bis ein erheblicher Spannungszustand erreicht ist, und dass endlich durch plötzliches Nachlassen des Ileopsoas und der Fussbeuger die Verausgabung der in Beugung angewachsenen Spannung für die den Sprung bewirkende Streckung bewirkt wird.

Da ein Sprung nur aus sprungbereiter Haltung möglich ist, so muss die starke Tendenz zur Einnahme dieser Haltung, wie sie sich an guten Reflexpräparaten kund gibt, sehr zweckmässig erscheinen. Der centrale Apparat, welcher der zu dieser Haltung führenden Bewegung vorsteht, kann sehr einfach sein, er braucht nur aus einer gewissen Summe Ganglienzellen zu bestehen, die zu den Fasern des Ileopsoas und der Fussstrecker in näherer Beziehung stehen als zu denen der übrigen Beinmuskeln und die von allen sensiblen Haut- und Sehnenstellen aus leichter

angesprochen werden, als andere gleichartige Elemente. Ueber die Lage dieses Apparates können wir nach dem Erfolg der Versuche mit lokaler Strychnisirung des oberen Dorsalmarkes nicht im Zweifel sein. Diese Lage muss auch als sehr zweckmässig erscheinen, denn hier wird der Apparat am leichtesten von jeder aus dem Hirn herabsteigenden Erregungswelle getroffen werden können, und welche Botschaft kann wichtiger sein als das Commando: „Sprungbereit". Zur Sprungbereitschaft gehört aber nach der oben entwickelten Vorstellung nicht nur Einnahme der sprungbereiten Haltung, sondern auch Spannung sämmtlicher Muskeln. Wir dürfen uns also nicht wundern, von dem ersteren Apparat räumlich nicht trennbar, nur in Erregbarkeit und Ausdauer von ihm verschieden einen anderen vorzufinden, der im mittleren Stadium der Strychninvergiftung mit ersterem gemeinschaftlich Beugekrampf, bei vorgeschrittener Giftwirkung dagegen, wenn der erste erregbarere, aber auch hinfälligere Apparat erlahmt ist, Streckkrampf vom oberen Dorsalmark aus bewirkt.

Weiter unten im Rückenmark liegen dann nur noch solche kleine Ganglienzellen, welche weniger leicht reflectorisch ansprechen und welche bei allen Stadien der Erregbarkeit auf alle übrigen Beinmuskeln in stärkerem Maass wirken als auf den Ileopsoas und die Fussbeuger. Ist eine aus dem Hirn herabsteigende Erregungswelle aus dem oberen Dorsalmark in diese Gegend übergegangen, dann entwickelt sich naturgemäss aus der vollkommenen Sprungbereitschaft der Sprung Wahrscheinlich erzeugt dann der mit der gestreckten Haltung verbundene eigenthümliche Haut- und Sehnen-Reiz reflectorisch im oberen Dorsalmark eine neue Erregungswelle und so fort, wenn nicht Erlahmung eintritt, wie am decapitirten Thier, oder Hemmungswellen vom Hirn her eingreifen unter normalen Bedingungen.

Ganz unten finden wir dann nur noch solche reflectirende Apparate vor, von denen Muscelcombinationen beherrscht werden, deren Gesammteffect nicht nur Streckung ist, sondern deren sämmtliche an diesem Effect betheiligte Componenten in diesem Sinne wirken. So sahen wir als einen der gewöhnlichsten durch die kurzen Reflexbögen der neunten und zehnten Wurzel vermittelten Reflexe Contraction des Vast. ext. eintreten, welcher unter allen Umständen Strecker des Kniees und bei einigermassen schon gestrecktem Bein auch Strecker der Hüfte ist.

Das Vorstehende wird genügen, um von der Art, wie ich das Reflex-Centrum für Einnahme der sprungbereiten Haltung, dasjenige für Sprungbereitschaft und das für den Sprung definiren und dem Ort, wo ich sie suchen würde, eine Vorstellung zu geben.

Das Wesentliche in dieser Vorstellung wäre die Annahme einer zweiten Art functioneller Coordination, welche zu derjenigen durch räumliche Zusammenordnung der motorischen Ganglienzellen, nach dem Typus der Nervenkerne der Augenmuskeln, hinzukommen könnte, und welche in einer mannigfaltigen functionellen Combination räumlich getrennter motorischer Ganglienzellen durch die Vermittlung von, räumlich von ersteren, nicht aber unter einander getrennten kleinen Ganglienzellen bestehen würde.

Meine Darstellung enthält natürlich Manches, was ich nicht streng beweisen kann. Sie ist auch nur dem Bedürfniss entsprungen, einen scheinbar verwickelten Vorgang von fundamentaler Bedeutung, in vernünftiger Weise einfach und ohne den bekannnten Thatsachen Gewalt anzuthun, vorzustellen. Wer solchen Constructionen principiell abhold ist, oder wer speciell die meinige für verfehlt hält, der wird wenigstens die von mir nachgewiesenen Thatsachen in seiner Weise verwerthen wollen. Um dies Jedem, der es thun will, zu erleichtern, will ich sie am Schluss noch einmal in kurzen Sätzen zusammenfassen.

Nachgewiesen zu haben glaube ich also

1. dass durchgehende motorische Leitungsbahnen, von der Art markhaltiger Nervenfasern, aus Hirn und verlängertem Mark zu den Lumbalwurzeln im Rückenmark des Frosches nicht existiren.

2. Ebensowenig solche Leitungsbahnen von grossen Ganglienzellen der Vorderhörner im oberen Dorsalmark zu den Lumbalwurzeln.

3. Ebensowenig solche Leitungsbahnen, weder sensibler noch motorischer Natur vom Hirn und verlängertem Mark zu irgend welchen Spinalwurzeln im Rückenmark von Kaninchen und Katze. (Abgesehen von jenen durchgehenden vasomotorischen Bahnen *S. Mayer's*.)

4. Dass im Gebiet der neunten und zehnten Lumbalwurzel des Frosches alle Bedingungen für das Zustandekommen von Reflexen vorhanden sind und dass die hier geschlossenen kurzen Reflexbögen wesentlich Streckung vermitteln.

5. Dass aus dem Lumbalmark des Frosches lange, unilaterale und bilaterale Reflexbögen in das obere Dorsalmark hinaufragen und zwar solche welche wesentlich Einnahme der sprungbereiten Haltung (Beugereflexe) bedingen.

6. Dass das Strychnin bei localisirter Application auf das obere Dorsalmark des Frosches nicht nur zu reflectorischen Streck-, sondern vorher zu Beugekrämpfen disponirt.

7. Dass von einer segmentären Anordnung der Reflexcentren im Rückenmark des Frosches nicht die Rede sein kann.

Sehr wahrscheinlich scheint mir ferner:

8. Dass beträchtlich mehr motorische Fasern in den Spinalwurzeln als grosse Ganglienzellen in den grauen Vordersäulen des Froschrückenmarkes vorhanden sind.

9. Dass soweit die Bewegungs-Coordination durch räumliche Zusammenordnung motorischer Ganglienzellen verschiedener Muskeln erreicht ist (Typus der Nervenkerne der Augenmuskeln), dieselbe dadurch unterstützt wird, dass diese Ganglienzellen grobe Anastomosen haben und zum Theil mehr wie eine motorische Wurzelfaser entsenden und

10. dass es functionelle Combinationen räumlich getrennter motorischer Ganglienzellen durch die Vermittlung kleiner Ganglienzellen gibt, die ihrerseits in grösserer oder kleinerer Entfernung von den durch sie combinirten motorischen Ganglienzellen liegen, aber soferne sie einer bestimmten Combination dienen, mit einander räumlich zusammengeordnet sind.

Bemerkungen zu den Curven (Tafel IV).

Sämmtliche Curven sind mit dem Pendel-Myographion aufgenommen. In den Stimmgabelcurven hat je eine ganze Schwingung den Werth von 0,01 Secunden.

Curve I. 19/XI. 83. Ran. temp. ziemlich frisch. Präp. nicht entknocht. Einzelner Oeffnungs-Inductions-Schlag. 1—3 Med. sp. Gegend d. II. Wurzel. 4—7 Plex. lumb. Ganze Versuchsreihe, vom Lithographen nach dem Original copirt.

Curve II. 4./VI. 83 Ran. escul. frisch aus dem Main. Präp. nicht entknocht. Einzelner Oeffnungs-Inductionsschlag. A. Plexus lumb. starker Reiz. B. Med. spin. Geg. d. II. Wurzel starker Reiz. C. Plex lumb. schwacher Reiz. D. Med spin. Geg d. II. Wurzel schwacher Reiz. Vergleichbare Curvenpaare aus grösserer Versuchsreihe ausgewählt.

Curve III. 21./XI. 83. Ran. temp. frisch. Präp. nicht entknocht. Einzelner Oeffnungs-Inductionsschlag. 1. Med. spin. Geg. d. II. Wurzel. 10. Plex. lumb. Ausgewähltes Curvenpaar. Versuch von Stud. *Fuhr.*

Curve IV u. V, aus zwei sich unmittelbar folgenden Versuchsreihen ausgewählte Curvenpaare und zwar IV. am unentknochten, V. am entknochten Präparat. 17./XI. 83. Ran. temp. frisch. Einzelner Oeffnungs-Inductionsschlag; 3 und 10. Plexus lumbalis; 6 und 13. Med. spin. Gegend der II. Wurzel.

Curve VI. 31./V. 83. Ran. escul. frisch aus dem Main. Constanter absteigender Strom von sehr kurzer Dauer. 18 kleine Daniell's. 1. Med. spin. Geg. d. II. Wurzel ganzer Strom. 2. Plexus lumbalis 40 Mm du Bois'sches Rheochord als Nebenleitung. Ganze Versuchsreihe, vom Lithographen nach dem Original copirt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Centralnervensystem des Frosches zur Topographie der hinteren Spinalwurzeln. 2 : 1.

Fig. 2. Schnitt durch das Lumbalmark des Frosches, Gegend des 8. Wurzelpaares. 30 : 1 Die bekannten Querschnittsbilder der markhaltigen Nervenfasern in den weissen Strängen sind fortgelassen. Die grossen und kleinen Ganglienzellen sowie die gesammte Configuration treu nach einem carmingefärbten Schnitt von $^1/_{60}$ Mm Dicke. Die Kerne nach Controle mit stärkerer Vergrösserung in die grossen Ganglienzellen eingezeichnet. Die kernfreien grossen Gebilde sind Abschnitte grosser Ganglienzellen, deren kernhaltiger Theil in einem der benachbarten Schnitte der Schnittserie liegt.

Fig. 3 u. 4. Muskelpräparate des Froschbeins, Knochen naturgetreu, Muskeln schematisirt. 3, von der Rücken-, 4, von der Bauchseite. c. i. Musculus coc-

cygeo-iliacus; gl. M. glutaeus; i. p. M. ileopsoas; o. M. obturatorius; v. i. M. vastus internus; v. e. M. vastus externus; tr. M. triceps; add. Adductorengruppe; b. M. biceps; s. t. M. semitendinosus: s. m. M. semimembranosus; r. i. m. M. rectus internus major; g. M. gastroknemius; p. M. peroneus; t. a. M. tibialis anticus; t. p. M. tibialis posticus. In Fig. 4 ist der M. vastus internus mit einem Fenster versehen, um den Ansatz des M. ileopsoas an das Os femoris zu zeigen (Benennung der Muskeln nach *A. Ecker*, Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864.)

Fig. 5. Ran. escul. in sprungbereiter Haltung.

Zusammenstellung der wichtigsten Beinmuskeln des Frosches nach ihrer Wirkungsweise auf die einzelnen Gelenke.

1. Hüfte.

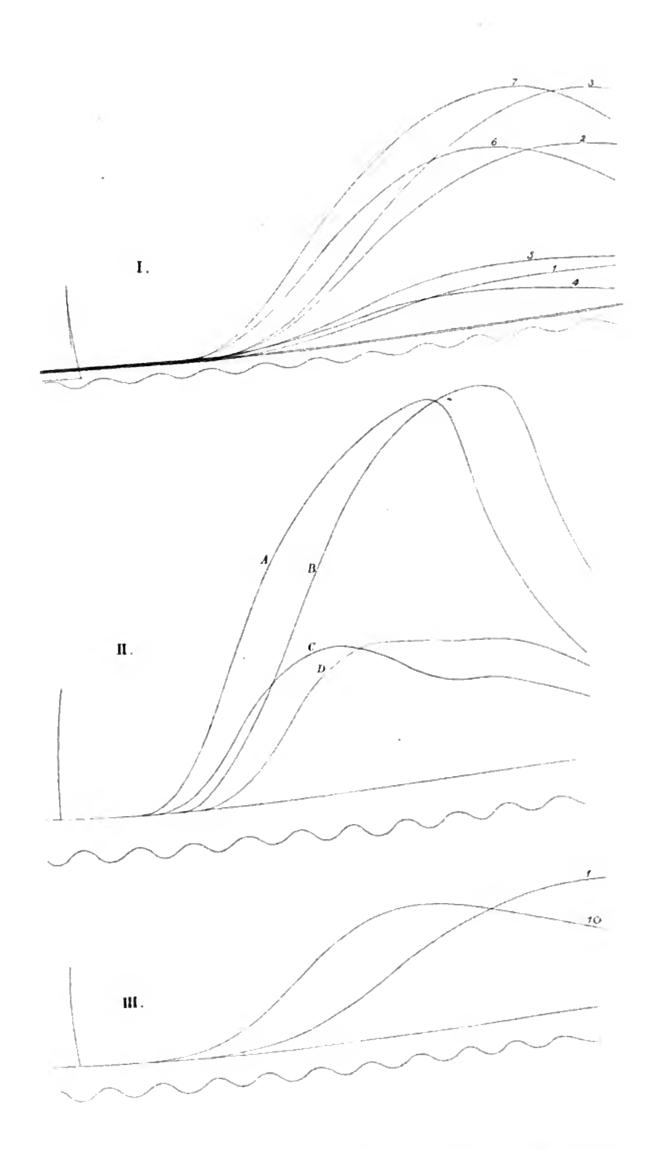
Anfangsstellung mehr gebeugt.		*Anfangsstellung mehr gestreckt.*	
Beuger	Strecker	Beuger	Strecker
Ileopsoas	Semim.	Ileopsoas	Semimembr.
Vast. int.	Rect. int.	Vast. int.	Rect. int.
Vast. ext.			Vast. ext.
Add.			Add.

2. Knie.

Beuger	Strecker
Semimembr.	Vast. int.
Rect. int.	— ext.
Semitend.	Tib. ant.
Biceps.	Peroneus
Gastrocn.	Extens. crur. br.

3. Fuss.

Beuger	Strecker
Tibial ant.	Gastroknem.
Peroneus.	Tibialis post


I.
7
3
6
2
5
1
4
II.
A
B
C
D
III.
1
10

6

3

IV.

13

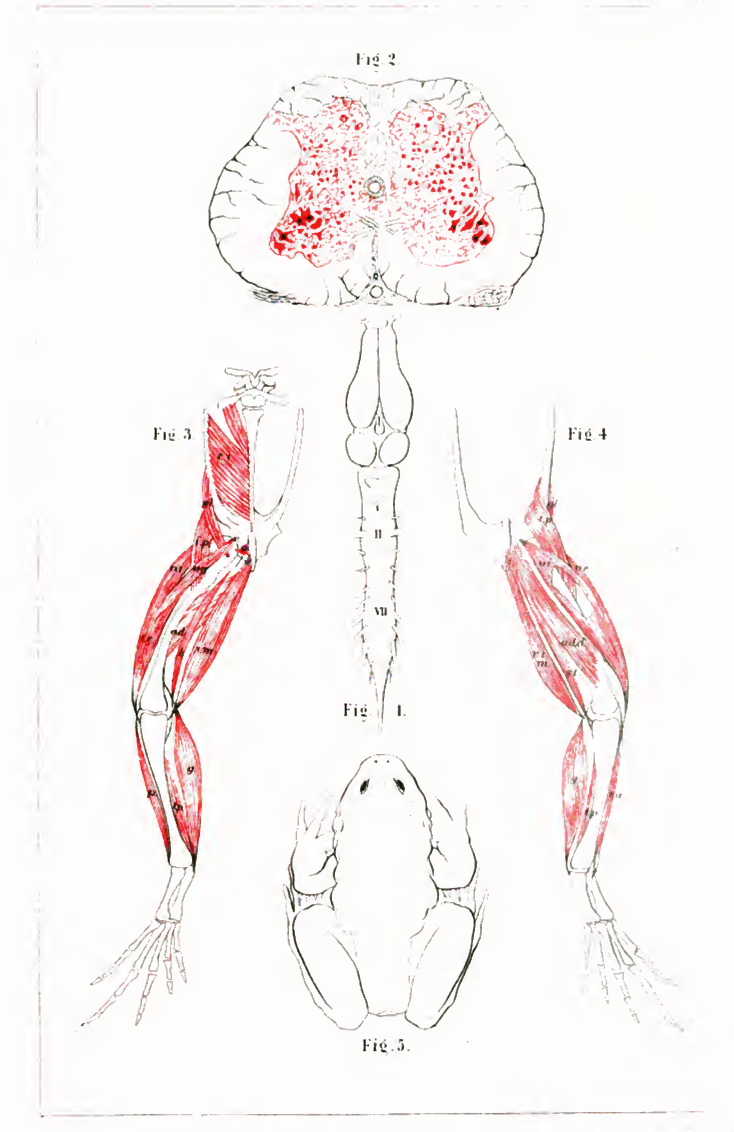
10

V.

VI.

1

2


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 5.

Zur Charakteristik einiger physiologisch und klinisch wichtigeren Farbenreactionen.[1])

Von

C. FR. W. KRUKENBERG.

(Aus dem chemisch-physiologischen Laboratorium der kgl. Universität Würzburg.)

Hierzu Taf. VI.

Nicht nur beim Nachweis des Hämoglobins und seiner nächsten Abkömmlingen, der Gallenfarbstoffe, des Hydrobilirubins, der Lipochrome und der Indolderivate sind die Absorptionsspectren der Farbstofflösungen ein untrügliches, ja in vielen Fällen sogar ein unentbehrliches Erkennungsmittel, sondern auch bei Aufsuchung mehrerer anderen, physiologisch und klinisch bedeutungsvollen Stoffe (z. B. bei dem Nachweis von Eiweiss nach *Adamkiewicz's* Verfahren, der Gallensäuren nach *Pettenkofer's* Methode, bei der Traubenzucker-Aldehydreaction von *Penzoldt*) hat man, um schliesslich zu einer endgültigen Entscheidung zu gelangen, immer wieder das Spectralverhalten feststellen und auf dieses sich bei seinen Schlussfolgerungen berufen und verlassen müssen. Nur die Spectren von verhältnissmässig wenigen, der physiologisch häufiger in Anwendung gezogenen Farbenreactionen sind durchgehends frei von charakteristischen Absorptionsstreifen; so z. B. die *Piria'*sche Tyrosinreaction, die *Millon'*sche Probe, die Xanthoproteïnreaction, die *Weyl'*sche Kreatininprobe, die bei der Harnuntersuchung in Frage kommende Eisenchlorid- und *Ehrlich'*sche Reaction. Wegen der wissenschaftlichen und practischen Bedeutung, welche aus diesem Grunde den spectroskopischen Untersuchungen jetzt allgemein eingeräumt wird, möchte ich auf einige Thatsachen aufmerksam gemacht haben, welche weniger bekannt zu sein scheinen, deren Kenntniss indess, wie ich glaube, einerseits allein vor groben Trugschlüssen bewahren kann, anderseits aber auch Mittel und Wege eröffnet, über die zahllosen Schwierigkeiten, welche sich

[1]) Ueber die Ausführung der Spectraluntersuchungen vgl. *Krukenberg,* Grundriss der medic.-chemischen Analyse. Heidelberg. 1884 S. 55—57 und Vergleichend-physiologische Studien. II. Reihe. III. Abth. Heidelberg. 1882. S. 2 u. 3.

der Deutung einer vereinzelten spectroskopischen Beobachtung darbieten, durch eine glücklich gewählte Reihe weiterer Spectraluntersuchungen hinwegzukommen.

Durch *Kühne's* so genauen Bestimmungen der Lipochrombänder[1]) und *Kundt's* theoretische Erörterung[2]) sind den angewandten Lösungsmitteln entsprechende Verschiebungen der Lichtabsorptionen bei vielen Pigmenten ausser Frage gestellt und ebenso ist für andere (z. B. für das Turacin, während das im Plasma gelöste oder an Blutkörperchen gebundene Hämoglobin in beiden Fällen das nämliche Spectralbild liefert) bewiesen, dass ihr spectroskopisches Verhalten im festen und gelösten Zustande ein differentes ist; auch dass sich bei gewissen Substauzen die Lage und Anordnung der Streifen mit der Säure des absorbirenden Salzes mehr oder minder verändert, ist von den sauren Hämatinen ebenso wie von den Didym-,[3]) den Uranoxyd- und Uranoxydulsalzen[4]) gleichfalls schon längere Zeit bekannt, dass dagegen das Spectrum mehrerer Farbstofflösungen successiven Wechseln unterliegt, hat noch nicht die genügende Berücksichtigung gefunden. Dass z. B. eins der Bänder, welche die *Pettenkofer'*sche Gallensäurereaction kennzeichnen, sich allmälig nach dem rothen Ende des Spectrums hin verschiebt, wurde erst von mir[5]) ganz kürzlich hervorgehoben, und dass Lösungen, welche ein und dieselbe reine Hämatinverbindung oder reines Hämatoporphyrin enthalten, ein oder das andere Band nicht in allen Fällen gleich gelagert zeigen, wurde von mir schon vor Jahren bemerkt,[6]) scheint den übrigen Untersuchern aber entgangen zu sein. Noch beachtenswerther, noch weit weniger bekannt als diese Thatsachen dürften indess die Verschiebungen der Absorptionsbänder in Farbstoffgemischen sein. *Kundt*[7]) be-

---

[1]) *Kühne*, Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. I. 1878. S. 341—369, Bd. IV. 1882. S 169—248.

[2]) *A. Kundt*, Ann. d Chem. u. Physik. 1874. Jubelband. S. 615—624.

[3]) *Bunsen*, Ann. d. Chem. u. Physik. Bd. 128. 1866. S. 100—108.

[4]) *Oeffinger*, Die Lichtabsorption der Uransalze. Inaugural-Dissertation Tübingen. 1866.

[5]) *Krukenberg*, Grundriss der medic.-chemischen Analyse. Heidelberg. 1884. Taf. IV, Spectr. 11.

[6]) *Krukenberg*, Die Farbstoffe der Vogeleierschalen. Würzburg. 1883. S. 115.

[7]) *A. Kundt*, a. a. O. — Vergl. auch *G. Krüss*, Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 15. 1882. S. 1243—1249; *G. Krüss* u. *S. Oeconomides*, ebenda Bd. 16. 1883. S. 2051—2056.

richtet: „Versuche über die Absorption gemischter farbiger Medien hat *Melde* angestellt.“ — „Durch Combination der betreffenden Dispersionscurven ergibt sich leicht, dass bei Mischung zweier Substanzen, die nahe an derselben Stelle des Spectrums einen Absorptionsstreifen haben, nicht zwei Streifen in der Mischung auftreten, sondern ein einziger, dessen Lage eine mittlere ist zwischen den Streifen der Bestandtheile.“ Ein vollkommenes Zusammentreten zweier verschieden gelagerter Streifen im Sinne *Kundt*'s wird allerdings nur dann zu erwarten sein, wenn die Bänder bei den beiden farbigen Bestandtheilen der Mischung äusserst benachbart sind. Der Abstand zwischen dem dunkelsten Streifen im Spectrum des Chlorophyllgrüns (zwischen B und C) und dem ersten Oxyhämoglobinbande (hinter D) ist, wenn beide Farbstoffe in wässriger Lösung sich befinden, beispielsweise schon zu beträchtlich, als dass in einer Mischung derselben ein wahres Zusammenfliessen beider Bänder eintreten könnte. In derartigen Gemischen sieht man nur das Chlorophyllband,[1]) und zwar nicht unbeträchtlich nach dem blauen Ende des Spectrums hin verschoben (vergl. Taf. VI, Spectr. 1), während die Lage der beiden Oxyhämoglobinstreifen dieselbe wie in der ursprünglichen reinen Lösung geblieben ist.

Noch eine andere Beobachtung möchte ich nicht unerwähnt lassen, welche gleichfalls lehrt, wie sehr sich in unreinen Farbstoffgemischen die Absorptionsbänder der separirten Farbstofflösungen verschieben können, ohne dass ein Grund dafür ohne Weiteres anzugeben ist. Die Narben von Crocus sativus enthalten neben *Hansen*'s Anthoxanthin[2]) einen zweiten gelben Farbstoff, der in Wasser löslich ist, das Crocin oder den Polychroït ($C_{20} H_{13} O_{11}$). Das Spectrum des Lösungsgemisches beider Pigmente, welches durch directe Extraction der Crocusnarben mit Alkohol erhalten wird, ist auf Taf. VI, Spectr. 2 dargestellt; ihm entsprechen die beiden Absorptionsbänder α. Die auf der gleichen Spectralzeichnung mit β bezeichneten Contouren veranschaulichen die Absorptionsstreifen des gelben Crocuslipochromes (Anthoxanthin) nach der Verseifung in Petroläther gelöst, während mit γ die

---

[1]) In der wässrigen Lösung des Algenchlorophylls (aus Fucus vesiculosus), welche zu diesen Versuchen benutzt wurde, lagert das Spectralband etwas anders als in den wässrigen Lösungen des Chlorophyllgrüns dicotyler Pflanzen.

[2]) *A. Hansen*, Die Farbstoffe der Blüthen und Früchte. Würzburg. 1884.

Bänder bezeichnet sind, welche das Spectrum eines Gemisches beider genannten Farbstofflösungen (denen $\alpha + \beta$ entsprechen würden) aufweist. Kein zweites Beispiel würde ich anführen können, an welchem sich eine Verlagerung und ein Zusammentreten der Spectralstreifen so überzeugend demonstriren liesse. Diese Erscheinungen nicht kennend oder sie unberücksichtigt lassend, hat sich gegenwärtig über ein offenbares Gemisch von Oxyhämoglobin mit mehr oder weniger Hämatin, über das sog. Methämoglobin *Hoppe-Seyler*'s, eine sehr umfangreiche Litteratur entwickeln können.

Ueber alle diese Schwierigkeiten,[1]) welche sich einer Bestimmung der Spectraleigenthümlichkeiten von Farbstofflösungen entgegenstellen, ist jedoch, wie die Erfolge in den letzten Jahren gelehrt haben, bei einer verständigen Inangriffnahme der Untersuchungen leicht hinwegzukommen, ja die Verschiebungen, welche ein oder das andere Spectralband in Gemischen erfährt, sind sogar als werthvolle Hilfsmittel bei der Beurtheilung der Reinheit und der chemischen Individualität von Substanzen zur Anwendung gelangt, und gewiss nicht übertrieben sind die Vorstellungen englischer Aerzte, welche das Taschenspectroskop als ebenso nöthig bei der Ausübung ihres Berufes erachten als der deutsche practische Arzt das Thermometer. Keineswegs sind es nur die Absorptionsspectren gefärbter Lösungen, welche dem praktischen Arzte die Auffindung normaler wie pathologischer Stoffwechselproducte erleichtern, unter Umständen sogar allein ermöglichen, sondern von einer genaueren Kenntniss der an gefärbten lebenden Organtheilen mittelst auffallenden Lichtes entworfenen Spectren lässt sich nicht nur für die Ethnologie (durch spectroscopische Untersuchungen der Haar- und Hautfärbungen bei verschiedenen Völkerstämmen), sondern auch für die medicinische Praxis noch mancher diagnostische Fingerzeig (besonders bei pathologischen Hautfärbungen wie z. B. bei Morbus Addisonii) erwarten. Hat doch auch in jüngster Zeit

[1]) Die so sonderbaren, völlig aus der Luft gegriffenen Vermuthungen, welche Utrechter Biologen noch jetzt zu hegen scheinen, dass z. B. gegen chemische Agentien so resistente Farbstoffe wie die Lipochrome und die gewöhnlichen rothen, blauen und violetten Blüthenfarbstoffe in der lebendigen Zelle andersartig wirken und andere sind als die aus den todten Zellen durch Lösungsmittel isolirten, sind durch die Arbeiten von *Kühne*, *Hansen* und mir als unrichtige aus der Wissenschaft definitiv beseitigt.

H. Quincke[1]) durch die spectroskopische Untersuchung des von der Haut bei Icterischen reflectirten Lichtes ein Beweisverfahren einzuschlagen verstanden, welches die Frage nach der Existenz eines von mehreren Klinikern angenommenen Hydrobilirubinicterus zweifellos endgültig entscheiden wird.

1. Kreatininproben.

E. Salkowski[2]) hatte bemerkt, dass wenn die bei der *Weyl*'schen Kreatininprobe[3]) gelb gewordene Flüssigkeit mit Essigsäure angesäuert und erhitzt wird, sich dieselbe zuerst grünlich, dann mehr und mehr blau färbt. Schon vor 2 bis 3 Jahren erkannte ich, dass der dabei entstehende, sehr beständige Niederschlag Berlinerblau ist, und dass das Kochen mit Essigsäure bei der *Salkowski*'schen Probe nur den Erfolg hat, freie Eisensalze aus organischen Verbindungen in der Flüssigkeit abzuspalten, welche mit dem, bei der *Weyl*'schen Reaction allmälig entstehenden Ferrocyannatrium Berlinerblau bilden. Es stand zu erwarten, dass ein geringer Zusatz von Eisenchlorid den nämlichen Effect hervorbringen werde, als das von *Salkowski* empfohlene Kochen der vergilbten Probe mit Essigsäure. Auch bei Anwendung frisch bereiteten Nitroprussidnatriums entsteht bei jeder, an normalem Harne ausgeführten und soeben gelb gewordenen *Weyl*'schen Reactionsprobe thatsächlich ohne Weiteres (selbstverständlich aber nur dann, wenn vor dem Eisenchloridzusatz durch irgend eine anorganische Säure überneutralisirt wurde) der Berlinerblauniederschlag.

An pathologischen Harnen beobachtet man jedoch nicht selten, wenn sich die damit gut gelungene *Weyl*'sche Kreatininprobe nach einiger Zeit aufgehellt hat, ein Ausbleiben der grünen oder blauen Färbung nach dem Kochen mit Essigsäure, und

---

1) *H. Quincke*, Arch. f. patholog. Anat Bd. 95. 1884. S 125—139.

2) *E. Salkowski*, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. IV. 1880. S. 133.

3) Weit zuverlässiger als in der von *Weyl* beschriebenen Weise fällt die Kreatininprobe aus, wenn man die zu prüfende Flüssigkeit zuerst mit Natronlauge und darauf mit wenigen Tropfen einer conc. Nitroprussidnatriumlösung versetzt. Bei dieser Versuchsanordnung wird die Reaction durch einen Ueberschuss von Natron nicht gestört, was sehr leicht geschehen kann, wenn man erst nach dem Zusatz des Nitroprussidsalzes alkalisirt.

wiederholt ist deshalb in solchen Fällen die auf Natron- und Nitroprussidsalzzusatz entstandene Färbung auf Aceton oder auf acetessigsaure Salze bezogen, während seltsamer Weise *le Nobel*[1]) bei der Kreatininreaction den Umschlag der gelben Farbe beim Kochen mit Eisessig in Grün oder Blau auf die Anwesenheit von Aceton bezieht. Ich fand ein Ausbleiben der Grünfärbung nach dem Kochen mit Eisessig bei 3 verschiedenen Phthisikerharnen, obgleich aus jedem derselben reichliche Mengen von Kreatininchlorzink gewonnen wurden. Sämmtliche drei Urine verfärbten sich nach dem Kochen mit Eisessig in's Braunrothe, ähnlich also wie es *Legal* am Harn von Diabetikern beobachtet hat. Auf Zusatz weniger Tropfen Salpetersäure und Eisenchlorid schied sich aber auch in diesen Fällen Berlinerblau aus und das Misslingen der *Salkowski*'schen Farbenreaction lässt sich deshalb doch wohl nur dadurch erklären, dass im Harne unter pathologischen Umständen Substanzen auftreten, welche die beim Kochen mit Essigsäure für gewöhnlich erfolgende Abspaltung freier Eisensalze aus der Nitroprussidverbindung des Kreatinins verhindern. Eine mit Natronlauge digerirte Lösung von unzersetztem Nitroprussidnatrium verfärbt sich auf Zusatz von Salz- oder Salpetersäure niemals in der Weise als bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kreatinin; stets bedarf eine alkalische Nitroprussidnatriumlösung bis zu eintretender Zersetzung weit längerer Zeit als bei der *Weyl*'schen Kreatininprobe. Inwiefern sich auch andere Substanzen in diesem Punkte dem Kreatinin gleich verhalten, wird erst zu prüfen sein.

---

2. Indolreaction.

Gilt es, den Indolnachweis in Flüssigkeiten bei Anwesenheit nur sehr geringer Mengen dieses Körpers zu führen oder denselben zu einem eleganten und stets brauchbaren Vorlesungsversuche umzugestalten, so modificirt man die bekannte Methode mittelst Fichtenspahn und Salzsäure nach meinen Erfahrungen zweckmässig in folgender Weise: Man füllt die zu untersuchende Flüssigkeit in ein Reagensglas und gibt ihr durch Salzsäure eine stark saure Reaction; schüttelt darauf mit einigen Tropfen verharzten, dicken Terpentinöls, wartet wenige Minuten, bis die bei Gegenwart

[1]) *C. le Nobel*, Arch. f. exp. Pathol. und Pharmak. Bd. 18. 1884. S. 9.

[2]) *E. Legal*, Breslauer ärztl. Zeitschrift. 1883. Nr. 3 u. 4

von Indol allmälig eintretende Rothfärbung intensiver geworden ist, und schüttelt den Farbstoff schliesslich mit Aether aus; Alkohol, Chloroform, Essigäther, Schwefelkohlenstoff u. dgl. m. nehmen den Farbstoff ebenfalls mit grosser Leichtigkeit auf und färben sich damit, je nach der Concentration, übereinstimmend purpurviolett bis purpurroth. Noch in dem Aetherauszuge nimmt die Menge des Farbstoffkörpers bei längerem Stehen an der Luft meist erheblich zu, und in Folge dessen vertieft sich auch die Färbung immer mehr und mehr. Das Spectrum dieser Farbstofflösung (Taf. VI, $_3$) charakterisirt ein breites Absorptionsband um b, welches in der Schwefelkohlenstofflösung (Taf. VI, $_4$) viel verwaschener ist, bei Anwendung irgend eines der übrigen genannten Lösungsmittel aber gleich scharf wie in Aether erscheint. Dasselbe fällt nach dem blauen Ende des Spectrums zu weit steiler ab als nach dem Roth. Beim Alkalisiren der Lösungen, sei es durch Natron, Kali, Ammoniak oder durch Soda verschwindet die Purpurfärbung; beim Ansäuern kehrt dieselbe aber wieder. Dieses Verhalten erklärt, dass die Reaction nur in sauren Flüssigkeiten eintritt. Säuren gegenüber, auch gegen Salpetersäure und conc. Schwefelsäure erweist sich das Pigment sehr widerstandsfähig. Schon deshalb, weil der Farbstoff am Fichtenholz so energisch haftet, dass er demselben durch keines seiner Lösungsmittel zu entziehen ist, sich über sein Verhalten gegen Reagentien wie über sein Spectrum alsdann auch nur wenig oder gar nichts aussagen lässt, dürfte es sich empfehlen, bei Ausführung der Indolreaction den Spahn durch einige Tropfen Terpentinöl stets entbehrlich zu machen.

---

3. Die durch Brom oder Salpetersäure sich röthenden Producte bei der Trypsinverdauung.

Die sich durch Schwefelsäure oder durch Chlor- und Bromwasser röthenden Körper,[1]) welche bei der Trypsinverdauung in einem späteren Stadium der Enzymeinwirkung aus Fibrin und

[1]) Die durch Chlorwasser sich röthende Materie kannten bereits *Tiedemann* und *Gmelin* (Die Verdauung nach Versuchen. 2. Aufl. Heidelberg. 1831. S. 31 und 32). welche sie im Pankreassafte des Hundes auffanden, in dem des Schafes hingegen vermissten. *Claude Bernard* (Mémoire sur le pancréas. Comptes rendus.

anderen Eiweissstoffen oft in reichlicher Menge gebildet werden, sind bald, vielleicht in Hinblick auf das Erythrosin *Staedeler's*,[1]) auf Tyrosin, auf Indol, dessen Reactionen bereits 1870 von *Radziejewsky*[2]) an den ätherischen Extracten von Fäces erhalten waren, oder auf einen andern Körper der Indigogruppe bezogen und schliesslich auch mit dem sog. Erythroproteïd,[3]) der rothen Färbung, welche man an der Brandjauche, an faulendem Fibrin, Caseïn und anderen Eiweisssubstanzen (z. B. der Muskeln) zu Stande kommen sah, in Verbindung gebracht; auch eine Uebereinstimmung mit

---

Supplément I. 1856 p. 403—409) sah die Röthung auch in der, der Pankreasverdauung unterworfenen Caseïnflüssigkeit wie an macerirtem Pankreas und anderen mit Wasser macerirten drüsigen Geweben (Leber, Milz, *Brunner*'sche Drüsen, Lymphdrüsen), in einem gewissen Stadium der Umsetzung auftreten. Ferner stellte *Bernard* fest, dass die sich röthende Substanz durch Bleiessig nicht gefällt wird, und hält die durch salpetrige Salpetersäure in den stark alkalisch gewordenen Gemischen bewirkte Rothfärbung mit der durch Chlor veranlassten für identisch; dass in den Pankreasinfusen die Färbung auf Salpetersäurezusatz erst in einem spätern Zersetzungsstadium als die Röthung durch Chlor erscheint, erklärt er sich durch die vermehrte Alkalescenz der Macerationsflüssigkeit. Von Säuren soll nur die Salpetersäure oder vielmehr die salpetrige Säure denselben Effect als das Chlor besitzen. *Kühne* (Ber. d. d. chem. Ges. Bd. VIII. 1875. S. 206 ff.) substituirt dem Chlor das Brom und schliesst unter anderen aus dem nicht immer vergesellschafteten Eintreten der Chlor- und Salpetersäurereaction, dass der auch bei der Destillation mit den Wasserdämpfen übergehende, sich mit Salpetersäure röthende, durch salpetrige Säure und Salzsäure dunkelviolett werdende Körper (Indol oder eine diesem sehr nahe stehende Verbindung) ein anderer ist als derjenige, welcher durch Chlor oder Brom blassroth bis dunkelviolett (vgl. *Krukenberg*, Grundriss. S. 43) gefärbt wird; ersterer ist ein Product der Fäulniss und der aus ihm hervorgehende Nitrokörper mit dem, beim Indolnachweis mittelst salpetriger Salpetersäure entstehenden Farbstoffe wahrscheinlich identisch, der auf Chlor und Brom reagirende Körper ist dagegen ein Product reiner Trypsinverdauung, entsteht dabei aber nur aus Hemialbumose, nicht aus Antialbumose (vgl. *Kühne* u. *Chittenden*, Zeitschrift für Biologie. Bd. 19. 1883. Heft 2). An Verdauungsmischungen des Pankreasinfuses mit Eiweissstoffen beobachtete *Kühne* fernerhin, dass Erwärmen mit Schwefelsäure, Salzsäure, ja selbst mit Essigsäure die rothe Färbung gleichfalls hervorrief; wie sich zeigte, rührt dies von einem zuweilen nicht unbeträchtlichen Gehalte der Verdauungsflüssigkeiten an Nitriten her, da die Lösungen dann auch mit Schwefelsäure versetzte Jodkaliumstärke intensiv bläuten.

[1]) *Staedeler*, Ann. d. Chemie u. Pharm. Bd. 116. S. 87.

[2]) *Radziejewsky*, Arch. f. Anat. u. Physiologie. 1870. S. 43.

[3]) Vgl. *Virchow*, Zeitschr. f. rationelle Medic. Bd. V. 1846. S. 237 ff. *Scherer*, *Canstatt*'s Jahresb über d. Fortschritte d. ges Medicin im Jahre 1846. I. S. 100. *F. Bopp*, Ann. d. Chem. u. Pharmac. Bd. 69. 1849. S. 30 u. 31. *Schlossberger*, Chemie der Gewebe. II. 1856. S. 152 u. 153.

Boedeker's Chlorrhodinsäure,[1]) einer im Eiter gefundenen, „in wässriger Lösung durch Chlorwasser in verdünnten Lösungen zart rosenroth, in concentrirteren intensiv dunkelroth gefärbt“ werdenden Säure hätte man vermuthen können.

Genauere Angaben über das Verhalten der bei Trypsinverdauung entstehenden Chromogene, welche mit Bromwasser oder mit Salpetersäure sich violett und purpurroth färben, liegen meines Wissens nicht vor, und ich benutzte deshalb eine Quantität tryptisch verdauten rohen Fibrins, welche ausnehmend stark diese Farbenreactionen zeigte, dazu, wenigstens die hauptsächlichsten Eigenschaften der so gewonnenen Farbstoffe festzustellen.

Eine grössere Portion der verdauten Masse wurde mit Essigsäure angesäuert und alsdann so lange mit Bromwasser versetzt, als sich die auftretende Violettfärbung noch verstärkte. Der entstandene violette, in der Verdauungsflüssigkeit lösliche Farbstoffkörper liess sich mit Aether wie Chloroform ausschütteln und zeigte in seinen Lösungen ein deutliches Absoptionsband um D (Taf. VI, $_5$). Durch Sublimat wird das Pigment aus seinen Lösungen fast vollständig niedergeschlagen, vollständiger noch durch Silbernitrat, welches dabei schon in der Kälte eine Reduction erleidet. Essigsäure + Ferrocyankalium fällen die Substanz ebensowenig als Salzsäure + Phosphormolybdänsäure. Das Chromogen, welches diesem violetten Farbstoffe zu Grunde liegt, dialysirt durch vegetabilisches Pergament, geht beim Ausschütteln aber weder in Chloroform noch Aether über und war auch im Destillate der verdauten Masse nicht nachzuweisen; bei Einwirkung einer Temperatur von nahezu 100° C. wie auch bei gewöhnlicher Temperatur nach mehrtägiger Aufbewahrung der Flüssigkeit an der Luft wird es verhältnissmäsig rasch zersetzt.

Neben diesem Körper hatte sich während der Trypsineinwirkung aus dem Fibrin noch ein anderes Chromogen gebildet, welches sich gleichfalls als diffusabel erwies, in das Destillat des Verdauungsgemisches aber unzersetzt überging und sich letzterem durch Ausschütteln sowohl mit Chloroform wie mit Aether entziehen liess. Beim Verdunsten des Chloroform – wie Aetherauszuges blieb die Substanz als eine braune, harzartige, in destillirtem Wasser unlösliche, in alkalischen Flüssigkeiten

---

1) *Boedeker*, Zeitschrift für rationelle Medic. Neue Folge. Bd. VI. 1855. S. 198—200.

dagegen leicht lösliche Masse zurück, welche beim Ansäuern der alkalischen Lösung in weissen Flocken niederfiel. Dieses Chromogen färbt sich mit Salpetersäure purpurroth, mit Salzsäure dunkelblutroth. Der so erhaltene Farbstoffkörper diffundirt durch vegetabilisches Pergament, löst sich in Alkohol, Aether und Essigäther, liess sich hingegen durch Chloroform der Verdauungsflüssigkeit nicht entziehen. Das Spectrum seiner alkoholischen Lösung zeigt ein breites Absorptionsband zwischen D und F (Taf. VI, $_6$), welches bei der wässrigen Lösung eine stärkere Verdunklung der grünen Strahlen aufweist. Wurde das purpurrothe Salpetersäureproduct mit Aether aufgenommen, der Aether verdunstet und der Verdampfungsrückstand in Alkohol gelöst, so erschien im Spectrum bei geeigneter Schichtendicke der Lösung die Andeutung eines Absorptionsbandes bei F (Taf. VI, $_7$), vielleicht derselbe Streifen, welchen das Salzsäureproduct (Taf. VI, $_9$) mit so grosser Schärfe zu erkennen gab. Beim Neutralisiren entfärben sich die durch Salpetersäure wie Salzsäure erzeugten purpurrothen Farbstofflösungen, beim Abstumpfen des Alkalis durch irgend eine Säure erscheint jedoch die Röthung sofort wieder. Die alkoholische Lösung lässt sich mehrere Minuten im Sieden erhalten, ohne dass der Farbstoff dadurch sogleich verändert wird; erst nach längerem Stehen bildet sich ein roth gefärbter Bodensatz, welcher eine Veränderung des Pigmentes durch anhaltendes Kochen andeutet. Nach längerem Einleiten von Schwefelwasserstoffgas (je nach der Concentration der Flüssigkeit 10 bis 30 Minuten) bleibt die purpurrothe alkoholische Lösung nur schwach bräunlich gelb gefärbt, nach anhaltendem Schütteln mit Sauerstoff kehrt aber die Rothfärbung, nur minimal geschwächt, zurück; lediglich locker gebundenen Sauerstoff entziehend, kann demnach der Schwefelwasserstoff auf das Pigment einwirken.

Das verschiedene Verhalten des durch Bromwasser- und des durch Salpetersäurezusatz indicirten Körpers gegen Wärme, die differenten Färbungen und die abweichenden spectroskopischen Eigenschaften der durch das ein und das andere dieser beiden Reagentien hervorgerufenen Farbstoffe weisen mit Bestimmtheit darauf hin, dass von der Salpetersäureeinwirkung ein anderes Chromogen betroffen wird als von dem Bromwasser. Indess dürfte es sich bei beiden Reactionen um chemisch nahe verwandte Substanzen handeln; auch nach Behandlung der Verdauungsflüssigkeit mit Bromwasser bleibt an dieser ein nach-

folgender Salpetersäurezusatz insofern effectlos, als dadurch kein rother Farbenton, sondern ein goldgelber (Taf. VI, Spectr. 8) erzielt wird, der, wie bei der Xanthoproteïnreaction, nach Ammoniakzusatz in Gelbbraun umschlägt.

Aus den Reactionen ergibt sich, dass keines der beiden Chromogene eine Eiweisssubstanz darstellt, und dass ihre Umwandlung in gefärbte Materien auch nichts chemisch gemeinsam hat mit der Ueberführung des Tyrosins in Erythrosin. Es wird sich in unseren beiden Fällen voraussichtlich um Körper aus der Indigogruppe handeln, deren Auftreten es zwar unwahrscheinlich machen könnte, dass nicht auch geringe Indolmengen bei fäulnissfreier Trypsinverdauung entstehen und durch die anf diesen Körper so scharfen Reactionen unter Umständen auch nachzuweisen sind; wegen der Aehnlichkeit mit der an Coffeïn- und Paraxanthinlösungen auftretenden Färbung durch Chlorwasser (*Weidel*'sche Reaction) könnte man bei dem, auf Bromzusatz erscheinenden Farbstoff auch wohl an einen Körper der Xanthingruppe denken.

In der Färbung, in dem Verhalten gegen Lösungs- und Fällungsmittel wie in den spectroskopischen Eigenthümlichkeiten erweisen sich mit unseren Farbstoffen die beiden Körper als völlig identisch, welche in der nämlichen Weise aus gefaultem Fibrin erhalten werden. Ich habe mich darauf beschränkt, auf Taf. VI, $_{10}$ nur das Spectrum des durch Salpetersäure in gefaultem Fibrinwasser erzeugten Farbstoffes wiederzugeben, welcher von den gleichzeitig ausfallenden Eiweisskörpern niedergerissen, durch Ausschütteln mit Alkohol leicht wieder in Lösung zu bringen ist. Da sich von seinem Chromogene gewöhnlich nur wenig bildet, ist ein zu reichlicher Salpetersäurezusatz ebenso wie die Anwendung einer zu starken Säure bei der Hervorrufung des Farbstoffes zu vermeiden. — Die Chlorrhodinsäure *Boedeker*'s kann ebenfalls nichts anderes als einer unserer beiden Körper sein.

Da sowohl der durch Brom wie durch Salpetersäure in den Verdauungs- und Fäulnissflüssigkeiten entstandene Farbstoff spectroskopisch scharf gekennzeichnet ist, so schien es mir wichtig zu sein, die an indolhaltigen Lösungen in ähnlicher Weise hervorzurufenden Färbungen mit jenen spectroskopisch zu vergleichen; war es doch schon 1846 *Bopp* aufgefallen, dass sich bei der Fäulniss von Albumin, Fibrin und Caseïn „ganz derselbe intensive und alles durchdringende Geruch verbreitet, welcher während der

Schmelzung dieser Eiweissstoffe mit Kali auftritt."[1]) Synthetisch dargestelltes Indol stand mir leider nicht zur Verfügung, und ich unterwarf deshalb zur Gewinnung einer indolhaltigen Flüssigkeit ein Gemisch von Caseïn und der achtfachen Menge pulverisirten Kalis der trocknen Destillation.[2]) Die zur Indolreaction verwendete salpetrige Salpetersäure bereitete ich durch Erwärmen von Rohrzucker mit conc. Salpetersäure bis zum Auftreten der rothbraunen Dämpfe von Stickstoffbioxyd.

Die auf Zusatz der Säure zu der Indollösung entstandene kirschrothe Flüssigkeit wurde mit Aether ausgeschüttelt; sie enthielt mindestens zwei verschiedene Farbstoffe, von denen der Eine in Aether vollständig überging, der Andere in der wässrigen Lösung verblieb. Der purpurfarbige Aetherauszug zeigte ein scharf begrenztes Absorptionsband zwischen b und F (Spectr. 26), welches schon vor der Aetherbehandlung, wegen farbiger Verunreinigungen zwar nach dem Blau weniger deutlich abgesetzt, in der sauren, wässrigen Flüssigkeit gesehen war (Spectr. 25). Der diesen Streifen im Spectrum zeigende Körper ging auch beim Ausschütteln der wässrigen Lösung in Chloroform über und erschien in dem Chloroformauszuge nicht anders gelagert als in dem ätherischen. Nach anhaltender Aetherbehandlung erwies sich das Spectrum der kirschrothen wässrigen Flüssigkeit als frei von Absorptionsstreifen (Spectr. 26, α).

Es ist bekannt, dass man, um eine schöne Rothfärbung zu erzielen, mit dem Salpetersäurezusatz sowohl bei dem eiweisshaltigen Fäulnissgemischen wie bei den pankreatischen Verdauungsflüssigkeiten sehr vorsichtig verfahren muss, und dass der Farbstoffkörper in reinerem Zustande leichter durch verdünnte Salpetersäure als durch concentrirte oder durch salpetrige Säure verunreinigte Salpetersäure erhalten wird. Ich prüfte deshalb die indolhaltige Flüssigkeit auch von diesem Gesichtspunkte aus, indem ich eine Portion derselben statt mit salpetriger Salpeter-

---

[1]) *Bopp* (a. a. O., S. 30) beobachtete zugleich, dass Aether den Geruch aus der faulenden Flüssigkeit vollständig aufnahm und nach dem Verdampfen einen Anflug von Krystallen zu Gruppen vereinigte Blätter, zurückliess, die den Geruch in hohem Grade besassen. „Mit Salzsäure oder Schwefelsäure behandelt, färben sich diese Blättchen rosenroth, das in ein dunkles Braunroth übergeht, indem sich Oeltröpfchen bilden, die sich nach und nach in der Flüssigkeit lösen."

[2]) Vgl *Kühne*, a. a. O. S. 208.

säure mit wenig verdünnter reinen Salpetersäure und eine andere mit reiner Salzsäure versetzte. Erst beim Schütteln mit Aether, in Folge dessen die Indolreaction mit Terpentin und Salzsäure ebenfalls erst prägnanter hervortritt (vgl. S. 185) wurde in beiden Proben eine schön kirschrothe Färbung erzielt, welche zum Theil in den Aether überging, sich aber als spectroskopisch (Spectr. 27) gleich, jedenfallls als sehr verwandt dem im Aether löslichen Antheile bei der Reaction mit salpetriger Salpetersäure (Spectr. 26) erwies. Von dem Farbstoffe, der sich in reichlichem Masse gebildet hatte, blieb trotz mehrmaligen Ausschüttelns mit Aether viel in der wässrigen Flüssigkeit zurück, welche gewiss nur deshalb das nämliche Spectralverhalten (Spectr. 28) wie der ätherische Auszug zeigte, ausser diesem Farbstoffkörper aber kein anderes, durch eine Absorption im Spectrum characterisirtes Pigment enthielt. Das spectroskopische Verhalten der durch Fäulniss oder Pankreasverdauung unter der Einwirkung der verdünnten reinen Salpetersäure entstandenen rothen Materie einerseits, und der bei der Indolreaction mit salpetriger Salpetersäure auftretenden anderseits weicht zu sehr von einander ab, als dass an eine Identität beider Farbstoffkörper gedacht werden könnte; nur zwischen den Spectren der Salzsäureproducte besteht eine gewisse Uebereinstimmung, und es scheint mir auch nicht ganz unmöglich, dass durch diese Säure zwei verschiedene Chromogene in den nämlichen Farbstoff umgewandelt werden. Beim Kochen verändert sich allerdings auch die Rothfärbung bei der Indolreaction (mit reiner Salpetersäure) nicht; leitet man indess Schwefelwasserstoff ein, so geht (zum Unterschiede von dem bei der Fäulniss oder Trypsinverdauung entstandenen Körper) die Farbe in ein bräunliches Gelb über, welches sich auch nach noch so lange fortgesetztem Schütteln mit Sauerstoff nicht in das ursprüngliche Roth zurückverwandelt.

Die Versuche, durch mehrstündiges Kochen von Caseïn mit 2—10%iger Schwefelsäure den Indolfarbstoffen spectroskopisch gleichende Substanzen zu erhalten, schlugen bislang sämmtlich fehl; Aether nahm in diesen Fällen gewöhnlich gelbe Materien aus der mit Baryumcarbonat neutralisirten röthlich oder violett gefärbten Masse auf und nur rothbraune Alkoholauszüge waren aus dieser zu gewinnen, deren Spectren keine circumscripte Absorptionen darboten. Jenen ebensowenig verwandt ist der, beim Kochen fester Eiweisssubstanzen mit concentrirter roher Salz-

säure in diese übergehende purpur-violette Farbstoff, welcher beim Verdünnen der Säure mit Wasser zum grossen Theil in blauvioletten Flocken ausfällt; die Spectren des purpurvioletten Filtrates und der unverdünnten Lösung des Farbstoffes in concentrirter Salzsäure zeigen Verdunklung des Grün (Spectr. 30), ähnlich einer durch Kupfervitriol und Natronlauge purpurroth gewordenen Peptonlösung (Spectr. 31). Dieser Farbstoffkörper ist in Chloroform wie Aether völlig unlöslich, und nur Spuren gehen aus dem, beim Verdünnnen der salzsauren Lösung mit Wasser entstandenen Niederschlage in Alkohol mit unansehnlich gelblicher Farbe über. Ammoniak färbt die Salzsäure-Lösung bräunlich gelb, durch concentrirte rohe Salzsäure wird aber ein Theil des Farbstoffes regenerirt.

---

4. Farbenreactionen des Harnes.

A. Die bei den Indicanreactionen in normalen und pathologischen Urinen auftretenden Färbungen.

In dem Grundriss der medicinisch-chemischen Analyse wurde von mir S. 124 zuerst darauf hingewiesen, dass bei Ausführung der Indicanprobe am Harn (vgl. ebenda S. 88) bald ein rother oder ein blauer Farbstoff, bald ein Gemisch von beiden in Aether oder Chloroform übergeht. Die diesen Farbenunterschieden entsprechenden Spectralbilder wurden von mir damals (Grundriss Taf. IV, Spectr. 14) ebenfalls mitgetheilt und treten auch auf der, dieser Abhandlung beigegebenen Tafel in Spectrum 13 deutlich hervor, wo der Streifen vor F dem rothen, der vor D dem blauen Farbstoffe entspricht.

Bei Untersuchung pathologischer Harne stiess Herr Dr. *Fr. Müller*, Assistenzarzt am hiesigen Julius-Hospital, als er die Indicanprobe mittelst Salzsäure und Chlorkalk anstellte, noch auf zwei oder drei andere rothe Pigmente, welche spectroskopisch nicht minder scharf charakterisirt sind als die beiden, nach reichlicher Fleischnahrung in einem völlig normalen Harne nie fehlenden Indicanfarbstoffe. Mit Einwilligung dieses Forschers theile ich, um die möglichste Vollständigkeit zu erreichen, auf Taf. VI, $_{11-13}$ die Spectren der von ihm, durch die Indicanreaction entdeckten rothen Farbstoffkörper pathologischer Harne mit, über welche hier nur Weniges zu bemerken nöthig ist, weil dieselben

demnächst von Herrn Dr. *Müller* ausführlicher beschrieben werden sollen.

1) kam ein Typhusharn zur Beobachtung, welcher sich bei Ausführung der Indicanreaction rosa färbte und den Farbstoff an Aether abgab. Das Spectrum der ätherischen Lösung (Taf. VI. $_{11}$) lässt keinen Zweifel bestehen, dass es sich in diesem Falle um den nämlichen Farbstoffkörper handelte, der aus gefaulten Eiweisssubstanzen und tryptischen Verdauungsgemischen auf Salpetersäurezusatz erhalten wird.

In pathologischen Harnen sieht man, wie bekannt, durch verdünnte reine Salpetersäure häufig rothe Farbentöne auftreten, die beim Erwärmen sich gewöhnlich noch verstärken. Mir zeigte jüngst ein blassgelb gefärbter Schrumpfnierenharn diese Reaction in ausgesprochenem Masse. Das die Röthung durch Salpetersäure erfahrende Chromogen war durch viele Substanzen, welche die Eiweissstoffe quantitativ fällen (z. B. durch Essigsäure + Ferrocyankalium, Salzsäure + Phosphormolybdänsäure), nicht aus dem Harne niederzuschlagen, so dass es sich dabei sicherlich um keinen Körper aus jener Gruppe handeln konnte. Nach dem Salpetersäurezusatz zeigte sich der Farbstoff gelöst und färbte das Filtrat, ging aus diesem aber weder in Aether noch in Chloroform über. Während mässiges Erwärmen den Eintritt der Röthung beschleunigte, wurde der Harn bei längerem Kochen missfarbig und verfärbte sich mehr in's Gelbe; auf Zusatz von Natronlauge entstand eine Orangefärbung. Der beim Erwärmen mit Salpetersäure violettroth gewordene Harn wies im Spectrum nur das Band des Hydrobilirubins auf, welcher negative Befund indess zu seiner Charakteristik ebensowenig beitragen kann als für die von *Nencki*[1]) und *Brieger*[2]) beschriebenen rothen Harnfarbstoffe, weil die Bänder, welche die Spectren 6, 10 und 11 unserer Tafel zeigen, erst in sehr farbengesättigten Flüssigkeiten deutlich werden, wie solche in jenen Fällen bestimmt nicht vorgelegen haben. Ich glaube annehmen zu sollen, dass die auf Salpetersäurezusatz in pathologischen Harnen erscheinende Röthung meist dem nämlichen Körper zuzuschreiben ist, dem das in 6, 10 und 11 entworfene Spectrum angehört.

---

1) *Nencki*, Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. VII. 1874. S. 1593.
2) *Brieger*, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. IV. 1880. S. 414–418.

Bei Berührung mit der Luft sich allmälig stark röthende Fäcalmassen,[1]) deren alkoholische und ätherische Auszüge ich gleichfalls mit Herrn Dr. *Müller* der spectroskopischen Prüfung unterwarf, boten uns nur einen, dem sauren Hydrobilirubinband entsprechend gelagerten Streifen dar. Die Rothfärbung dieser Fäcalmassen erinnerte ausserordentlich an die eines zinnoberrothen Farbstoffes, welchen ich aus *Liebig*'schem Fleischextract nach Fällung mit Bleizucker und Bleiessig gewann, welcher aber erst durch Einwirkung des Luftsauerstoffs langsam entstanden war. Derselbe schied sich mit dem Inosit aus der, durch Schwefelwasserstoff entbleiten, mit Alkohol und wenig Aether versetzten Fleischflüssigkeit aus, erwies sich völlig unlöslich in Aether und Alkohol, auch von kaltem Wasser wurde er nur in Spuren aufgenommen, von siedendem dagegen mit goldgelber Farbe rasch gelöst. Das Spectrum seiner wässrigen Lösung, welche sich sehr bald wieder entfärbte, zeigt ein dem Hydrobilirubin sehr ähnlich gelagertes Spectralband bei F (Spectr. 29), mit welchem dieser Körper aber trotzdem nicht identisch sein kann, weil Alkalien denselben sofort fällen, ja zerstören und seine Lösungen auf Chlorzink- und Ammoniakzusatz sich niemals annähernd den hydrobilirubinhaltigen Flüssigkeiten verfärben. Das Spectrum frischen Fleischextractes zeigt den Absorptionsstreifen nicht; es fand sich der Farbstoff in diesem demnach nicht präformirt vor, sondern war erst bei der Verarbeitung des Fleischextractes entstanden.

---

[1]) Derartige Rothfärbungen sind an Stühlen häufig gesehen. *Kühne* (Lehrbuch der physiolog. Chemie. Leipzig 1868. S. 151 u. 152) sagt darüber Folgendes: „In den schleim- und eiweisshaltigen Excrementen entsteht öfter durch Chlorwasser dieselbe rosenrothe Reaction wie in zersetztem Pankreassaft und wie im Inhalte des Iejunum, sodass auf den Gehalt noch nicht völlig zersetzten Pankreassaftes geschlossen werden kann. Es dürfte sich der Mühe lohnen, solche Fäces auf Tyrosin zu untersuchen. Andere derartige Fäcalmassen färben sich bisweilen schon beim Stehen an der Luft röthlich, was auch bei den Choleradejectionen vorkommen soll. Den ersten Aufschluss über die Ursache dieser Färbung dürfte vielleicht ein merkwürdiger und überraschender Befund von *Liebig* ergeben, der in einer „schleimigen Darmentleerung" (Katarrh?), die an der Luft, namentlich da, wo sie auf den Wänden des Gefässes eingetrocknet war, röthliche Farbe annahm, Alloxan fand. Aus der in Wasser wieder aufgeweichten Masse konnte dieser Körper mittelst Diffusion durch vegetabilisches Pergament von den übrigen Substanzen isolirt werden und durch alle Reactionen seine Identität mit dem Alloxan aus der Harnsäure nachgewiesen werden."

2) gab der Harn eines anderen Typhuskranken nach Behandlung mit Salzsäure und Chlorkalklösung einen intensiv kirschrothen Farbstoff an Aether ab, der sich in der ätherischen Lösung jetzt schon über ein Jahr unverändert erhalten hat. Das Spectrum desselben (Spectr. 12) lehrt, dass ein anderes Pigment als in den vorigen Fällen vorlag. Ob dieser Farbstoff das Urorubin von *Plósz*[1]) ist, lässt sich den Angaben dieses Forschers nicht entnehmen, da die für die einzelnen Harnfarbstoffe allein charakteristischen Spectralverhältnisse von *Plósz* zu ungenügend beschrieben sind; über das Spectrum des Urorubins wird nur mitgetheilt, dass eine ätherische Lösung starke Absorption von D bis F kein anderes Spectralband aufweist. Die Löslichkeit in Amylalkohol theilt das Urorubin nicht nur mit unserem, in Frage stehenden rothen Harnfarbstoffe, sondern auch mit dem, durch Fäulniss aus Eiweisskörpern hervorgehenden Salpetersäureproducte, dessen alkoholischer Lösung Spectr. 10 entspricht. Durch keine andere Flüssigkeit liess sich letztgenanntes Pigment den gefärbten Eiweisssubstanzen so leicht entziehen als durch Amylalkohol, und sowohl sein Spectralverhalten wie sein bei Sauerstoffentziehung entstehendes farbloses Chromogen, welches Schütteln mit Sauerstoff in den rothen Farbstoffkörper zurückverwandelt, deuten an, dass vielmehr mit diesem *Plósz's* Urorubin identisch ist.

3) lieferte der Harn eines Icterischen bei der nämlichen Anstellung der Indicanprobe eine purpurfarbige ätherische Lösung, deren Spectrum neben den beiden Indicanstreifen normaler Urine als Besonderheit ein Band zwischen D und E besass. Der Farbstoff ging auch in Chloroform über und wurde im Harne von anderen Icteruskranken und von Syphilitikern wiedergefunden, in einem Falle auch ziemlich rein von den beiden Indicanfarbstoffen in ätherische Lösung übergeführt. Auf der Anwesenheit geringer Mengen dieses Pigmentes wird es wahrscheinlich beruhen, wenn sich der Indicanstreifen vor D noch über diese Linie scharf abgestuft hinaus fortsetzt und die ihn darstellende Curve alsdann eine sog. Nase zeigt.

B. Die durch Eisenchlorid bewirkten Röthungen pathologischer Urine.

Die bei Diabetes, fieberhaften Krankheiten etc. an Urinen häufig beobachtete, durch wenig Eisenchlorid bewirkte braunrothe

[1]) *P. Plósz*, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. VIII. 1884. S. 85–89.

oder violettbraune Färbung, die anfangs auf Rhodanammonium oder Aceton, später auf Acetylessigsäure bezogen wurde, doch nach *Brieger*[1]) auch nicht von dieser herrühren kann, trat in sehr prononcirtem Grade an einem mir von Herrn Dr. *Th. Escherich* zugestellten Diabetesharne auf. Der frische, hellgelbe Harn färbte sich mit Eisenchlorid intensiv rothbraun[2]) und enthielt von der fraglichen Substanz, welche beim Schütteln des Harns mit Aether in diesen überging, durch Sieden zerstört oder verjagt wurde, so reichliche Mengen, dass die Reaction auch noch nach zweitägigem Stehen des Harnes an der Luft sehr deutlich erfolgte. Der durch Eisenchlorid erzeugte rothbraune Farbstoffkörper ging weder in Aether und Chloroform, noch in Essigäther über, schied sich, als der Harn dialysirt wurde, im Dialysor flockig aus und verschwand in dem Harne sofort nach Salzäurezusatz. Durch Eisenvitriol wie durch Eisentartrat veränderte der frische Harn seine ursprüngliche hellgelbe Farbe nicht.

Das Spectrum des durch Eisenchlorid rothbraun gewordenen Harnes bot, bei successiv anwachsender Schichtendicke und gutem Sonnenlicht geprüft, kein irgendwie scharf umgrenztes Absorptionsband dar (Spectr. 19), und die Röthung kann somit nicht auf der Anwesenheit von *Geuther*'s Acetyldiacetsäure (Acetylessigsäure-Aethyläther) beruhen, welche mit Eisenchlorid violett oder kirschroth gefärbte Lösungen liefert, in deren Spectrum

---

[1]) *Fr. T. Frerichs* u. *Brieger*, Zeitschr. f. klinische Medicin. Bd. VI. 1883. S. 46—52.

[2]) Es mag nicht unerwähnt bleiben, dass man sehr überraschende Farbenwechsel zu sehen bekommt, wenn man Farbstoffauflösungen (vorwiegend alkoholische), welche die grünen Strahlen und den weniger brechbaren Theil der blauen Strahlen des Spectrums kräftig absorbiren, auch nur mit Spuren von Eisenchlorid versetzt. Dieser anfangs mir sehr merkwürdig erscheinende Effect des Eisenchlorids beruht lediglich darauf, dass dieses Salz sehr energisch die Strahlen von grösserer Schwingungszahl absorbirt und so unter den angeführten Umständen eine vollkommene Auslöschung der stärker brechbaren Strahlen bis zum Gelb bewirkt. Nicht nur an Bonelleïn – (cf. *Krukenberg*, Vgl. – physiologische Studien. II. Reihe. II. Abth. Heidelberg. 1882. S. 80), sondern auch an anderen Farbstofflösungen beobachtete ich diese Erscheinung, und um bei Anwendung dieses Reagens nicht in Täuschungen zu verfallen, sollte man deshalb niemals versäumen, bei den sog. characteristischen Eisenchloridreactionen das spectroskopische Verhalten der zu prüfenden Flüssigkeit genau festzustellen. Ein derartiges rein optisches Phänomen liegt nun bei Rothfärbung der sog. Acetonharne durch Eisenchlorid nicht vor, sondern hier handelt es sich thatsächlich um ein neues chemisches, braun- oder violettroth gefärbtes Product.

(Taf. VI, $_{20}$) sich ein breiter Absorptionsstreifen zwischen D und G deutlich abhebt.

Im Anschluss an diese Untersuchungen spectroskopirte ich fernerhin die in wässrigen Salicylsäurelösungen und in Carbolwasser durch Eisenchlorid bewirkten violetten, resp. Purpur-Färbungen und habe die Spectren dieser Farbstofflösungen auf Taf. VI, $_{21}$ und $_{22}$ wiedergegeben. Das Absorptionsband der Phenolverbindung ist äusserst schwach und erscheint nur in verhältnissmässig concentrirten Lösungen und bei günstiger Beleuchtung; zweifellos liegt hier ein anderer Körper als derjenige vor, welchen das Eisenchlorid mit der Salicylsäure eingeht.

C. Zur Kenntniss des spectroskopischen Verhaltens der *Ehrlich*'schen Harnprobe und der *Penzoldt*'schen Traubenzuckerreaction.

Seit den Arbeiten *Petri*'s[1]) sind die wichtigsten Thatsachen über die *Penzoldt*'sche Traubenzucker-Aldehydreaction als festgestellt zu betrachten; die Versuche von *Escherich*,[2]) welchen ich beiwohnen konnte, entsprechen in allen wesentlichen Puncten *Petri*'s neuesten Angaben. Später überzeugte ich mich auch noch durch eigene Versuche, dass das spectroskopisch ganz indifferente Verhalten des bei der *Ehrlich*'schen Reaction entstandenen grünen Farbstoffes in alkalischem Weingeist gelöst sowie seines rothen Säureproductes von *Petri* ebenfalls richtig beschrieben war, und ich würde auch in Betreff des spectroskopischen Verhaltens der *Penzoldt*'schen Traubenzuckerreaction kaum etwas hinzuzufügen haben, wenn eben nicht die Erfahrung lehrte, dass selbst die geschickteste Beschreibung[3]) charakteristischer Absorptionsspectren eine Zeichnung derselben an Genauigkeit nicht erreichen oder gar entbehrlich machen kann. So gebe ich denn auf Taf. VI, $_{15}$ das Spectrum der *Penzoldt*'schen Reaction an einer Traubenzuckerlösung ausgeführt, von welchem das des in gleicher Weise behandelten diabetischen Harnes in Bezug auf die Lage des Ab-

[1]) *Petri*, Zeitschr. f. klinische Medicin. Bd. VI. Heft 5. 1883. S. 472—477, u. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. VIII. 1884. S. 291—298.

[2]) *Escherich*, Deutsche medic. Wochenschrift. Nr. 45. 1883.

[3]) Ich spreche nicht von den sog. genauen Beschreibungen der Spectren welche *Vierordt* geliefert zu haben glaubt. Diese sind praktisch völlig werthlos, weil zu ihrer Entzifferung mindestens die zehnfache Zeit erforderlich ist als die Untersuchungen selbst in Anspruch nehmen.

sorptionsbandes zwischen D und F nicht abweicht; als damit identisch erweist sich auch das Spectrum der mit Weingeist angestellten *Penzoldt*'schen Reaction (Taf. VI, $_{14}$), während das Reagens in Acetonlösungen eine spectroskopisch weniger bestimmt charakterisirte Purpurlösung hervorruft (Spectr. 16).

Beiläufig sei bemerkt, dass wässrige Chondroïtsäurelösungen[1]) mit der alkalischen Lösung der Diazobenzolsulfonsäure und Natronlauge versetzt, auch nach längerem Stehen keine fuchsinrothe Färbung annehmen, sondern sich, ähnlich den Peptonen nach einiger Zeit orange oder orangeroth färben, obschon sich doch nach *Petri*[2]) vegetabilische Gummisubstanzen (Gummi arabicum, Agar-Agar) in dieser Beziehung dem Traubenzucker anschliessen. Da nun aber die Chondroitsäure auch insofern ihre Verwandtschaft zu den Eiweisskörpern verräth, als auch sie (in Form des von Eiweissstoffen vollständig befreiten Eisensalzes) bei der trockenen Destillation mit Kali ein indolreiches Destillat liefert, so dürfte es gewiss am Platze sein, zu untersuchen, wie sich das „thierische Gummi" *Landwehr*'s der *Penzoldt*'schen Reaction gegenüber verhält.

Spectr. 17 gehört einem Icterusharne an. Dieser Befund wurde von Herrn Dr. *Escherich* gemacht und hat in folgendem Satze bereits Mittheilung gefunden[3]): „Die „primäre" Violettfärbung bei Zusatz *Ehrlich*'scher Lösung zu einem stark gallenfarbstoffhaltigen Urin zeigte bei annähernd gleicher Concentration ein (der *Penzoldt*'schen Traubenzuckerreaction) analoges Band, welches jedoch im Vergleich zum vorigen etwas nach dem rothen Ende zu verschoben war."

Der Harn eines anderen Icteruskranken nahm bei der primären *Ehrlich*'schen Reaction eine blutrothe, bei der secundären (nach Ammoniakzusatz) eine intensiv dunkelgrüne Färbung an und zeigte alsdann ein breites Absorptionsband bei D (Taf. VI. $_{18}$). Nach dem Kochen schlug die grüne Farbe in eine violette um und der Streifen verschwand aus dem Spectrum. Diese Farbenreactionen müssen von einem leicht zersetzlichen oder sehr flüchtigen Körper hergerührt haben, denn der Urin gab die Grünfärbung mit Sulfodiazobenzol und Ammoniak Tags darauf schon nicht mehr.

---

1) *Krukenberg*, Zeitschr. für Biologie. Bd. XX. 1884. S. 307–326.
2) *Petri*, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VIII. 1884. S. 292 Anm. 1.
3) *Escherich*, a. a. O.

5. Spectren der Furfurolreaction auf Harnstoff und der Murexidprobe.

Versetzt man nach der Vorschrift von *Schiff*[1]) eine Lösung von Harnstoff in etwa 3 Theilen concentrirter Furfurollösung mit wenigen Tropfen concentrirter (roher) Salzsäure, so erwärmt sich die Flüssigkeit, färbt sich allmälig prachtvoll purpurviolett und erstarrt alsbald zu einer festen, braunschwarzen Masse. Dem Eintreten dieser Reaction entsprechen, wie ich fand, zwei Absorptionsstreifen im Spectrum, welche auch dann noch sichtbar sind, wenn sich die in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlösliche und zu weiterer Untersuchung wenig einladende amorphe, huminartige Substanz in reichlicher Menge ausgeschieden hat. Ist bei Zunahme der Concentration die Absorptionsgrenze am blauen Ende des Spectrums bis α (Taf. VI, $_{32}$) vorgerückt und dadurch das Band um F unkenntlich geworden, so wächst der Streifen um D in dem Grade an als es durch die Curve α dargestellt ist.

Spectren 23 und 24 betreffen die Murexidprobe auf Harnsäure und sind aus der Tafelerklärung ohne Weiteres verständlich.

---

6. Die Spectren wässriger Jodstärke- und Joddextrinlösungen.

Das Erythrodextrin *Brücke*'s wird jetzt gewöhnlich als ein Gemenge von Dextrin (Achroodextrin *Brücke*'s) und geringen Mengen von Granulose aufgefasst; dieser Annahme widerspricht jedoch der spectroskopische Befund. Wässrige, rothgefärbte Joddextrinlösungen zeigen mit voller Deutlichkeit einen Spectralstreifen zwischen D und E (Spectr. 33), von dem in dextrinfreien, wässrigen Jodstärkelösungen (Spectr. 34) nichts zu entdecken ist; in diesen erscheint nur bei einer ganz bestimmten Einstellung der Schichtendicke ein verwaschenes Band vor D und rasch wandert bei zunehmender Concentration die Absorption des rothen Endes bis nahe an E. Nothwendig muss deshalb die Röthung, welche Dextrinlösungen durch Jod erfahren, auf einem anderen Körper beruhen als auf unbedeutenden Verunreinigungen durch Granu-

---

[1]) *H. Schiff*, Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. X. 1877. S. 773—776.

lose. Es kann sich dabei auch nicht um zwei verschiedene Jodide ein und derselben organischen Substanz handeln, durch welche ich z. B. *Brücke*'s Unterscheidung einer Erythrogranulose und einer Granulose erklären zu müssen glaube. [1])

Jod-Jodkaliumlösungen sind im Spectrum durch keinen Absorptionsstreifen gekennzeichnet, während Jodglykogenflüssigkeiten bei günstiger Belichtung ein sehr verwaschenes Band zwischen E und F erkennen lassen, welcher Befund den Glykogennachweis aber in keiner Weise unterstützen kann.

Erklärung der Spectraltafel.

1. Gemisch der wässrigen Lösung von Algenchlorophyll (Fucus vesiculosus) mit Oxyhämoglobin enthaltendem Blutwasser. Das von oben links nach unten rechts schraffirte Band unmittelbar hinter C ist das der reinen Chlorophyllgrünlösung.

2. Spectren der Saffranfarbstoffe. α = alkoholischer Auszug der Crocusnarben mit Natronlauge verseift und darauf das Lipochrom (Anthoxanthin) der Seifenmischung ohne vorheriges Aussalzen durch Petroläther entzogen. β = unverseift gelassener alkoholischer Auszug der Crocusnarben. Die schraffirten Bänder entsprechen dem Spectrum des Gemisches beider Farbstofflösungen ($\alpha + \beta$).

3. Der bei der Indolprobe mit Terpentinöl und Salzsäure entstandene purpurfarbige Körper in Aether gelöst. Verschiedene Schichtendicken der Lösung. Endabsorptionen und Band α gehören zusammen.

4. Derselbe Farbstoff in Schwefelkohlenstoff gelöst. Spectrum für zwei verschiedene Schichtendicken entworfen.

5. Der bei der Trypsinverdauung aus rohem Fibrin auf Bromwasserzusatz hervorgegangene violette Farbstoff in Aether oder Chloroform gelöst,

6. Das in derselben Flüssigkeit auf Zusatz reiner, verdünnten Salpetersäure entstandene purpurrothe Pigment in Alkohol gelöst.

7. Die purpurrothe ätherische Lösung desselben Farbstoffes auf dem Wasserbade zur Trockne verdunstet und der Rückstand alsdann in Alhohol gelöst. Spectren zweier verschieden starken Lösungen.

8. Durch succesive Behandlung mit Bromwasser und Salpetersäure goldgelb gewordenes tryptisches Verdauungsgemisch.

9. Das bei der Trypsinverdauung aus rohem Fibrin entstandene Chromogen durch Salzsäurezusatz in einen blutrothen Farbstoff verwandelt und dieser in der ursprünglichen Flüssigkeit untersucht.

10. Purpurrother Farbstoff in gefaultem Fibrinwasser durch Salpetersäure hervorgerufen und mit Alkohol aufgenommen.

11. Typhusharn mit Salzsäure + Chlorkalklösung versetzt und der dabei entstandene Rosafarbstoff mit Aether ausgeschüttelt. Vergl. damit 6 und 10.

---

[1]) *Krukenberg*, Grundriss. S. 20 und 21.

12. Harn eines andern Typhuskranken ebenso behandelt. Intensiv kirschroth gefärbte Lösung des Farbstoffes in Aether.

13. Icterusharn in gleicher Weise behandelt. Purpurfarbige, ätherische Lösung. Die beiden unmittelbar vor D und vor F liegenden Absorptionsbänder entsprechen den zwei Farbstoffen, von welchen bald der eine oder andere, bald beide auch aus normalen Urinen bei der Indicanreaction in Aether wie Chloroform übergehen. Im Spectrum der Chloroformlösung ist der mittlere Streifen (zwischen D und E) um etwa 3 Theilstriche unserer Scala stärker nach dem Roth verschoben als in der ätherischen.

14. Schwacher Weingeist mit *Ehrlich*'s Reagens + Natronlauge versetzt. Rubinrothe Flüssigkeit. Die wässrige Lösung des Acetessigsäuresters zeigt das nämliche Spectrum.

15. Wässrige Traubenzuckerlösung mit *Penzoldt*'s Reagens versetzt. Fuchsinrothe Flüssigkeit.

16. Aceton + *Ehrlich*'s Reagens und Natronlauge. Blutrothe Lösung.

17. Icterusharn + *Ehrlich*'s Reagens.

18. Auf Zusatz von *Ehrlich*'s Reagens und Ammoniak dunkelgrün gewordener Icterusharn.

19. Harn eines Diabetikers durch wenig Eisenchlorid schön braunroth gefärbt. (Exquisiter Fall des Eintretens der sog. Aceton-Reaction.)

20. Aethyldiacetsäurelösung mit Eisenchlorid versetzt. Kirschrothe Flüssigkeit.

21. Purpurviolette wässrige Salicylsäurelösung nach Eisenchloridzusatz. Das breite Spectralband zwischen C und F hellt sich bei allmäliger Verminderung der Schichtendicke an allen Stellen ganz gleichmässig auf.

22. Carbolwasser mit Eisenchlorid versetzt. Nur in tief violett gefärbten Lösungen und bei gutem Sonnenlichte ist das Absorptionsband deutlich.

23. Murexidreaction der Harnsäure mit Ammoniak angestellt. Purpurrothe wässrige Lösung.

24. Dieselbe durch Natronlauge hervorgerufen. Blauviolette wässrige Lösung.

25. Wässrige Lösung von Indol (gewonnen durch trockene Destillation von Caseïn und der achtfachen Menge Kali) mit salpetriger Salpetersäure versetzt. Kirschrothe Flüssigkeit.

26. Derselbe Farbstoff in Aether oder Chloroform gelöst. Die Absorptionsgrenzen *a* entsprechen sehr concentrirten Lösungen.

27. Die indolhaltige wässrige Flüssigkeit mit reiner Salzsäure stark angesäuert, worauf nach längerer Berührung mit Aether ein Purpurfarbstoff in diesen überging. Spectrum der ätherischen Lösung.

28. Die nach der Aetherbehandlung restirende wässrige Flüssigkeit von 27. Die auf Zusatz reiner Salpetersäure mit Aether überschichtete wässrige Indollösung nahm nach einiger Zeit gleichfalls eine Purpurfärbung an und zeigte alsdann das gleiche Spectralverhalten.

29. Der bei der Fleischextractanalyse mit dem Inosit ausfallende, zinnoberrothe Farbstoff in siedendem Wasser gelöst und sogleich spectroskopisch geprüft. Goldgelbe Lösung.

30. Albumin mit conc. roher Salzsäure gekocht. Purpurviolette Lösung.

31. Aus Fibrin durch Pepsinverdauung gewonnenes Pepton in Wasser gelöst und kalt mit Kupfersulfat + Natronlauge versetzt. Purpurrothe Flüssigkeit (Biuret-Reaction).

32. Furfurolprobe auf Harnstoff. Purpurfarbige Flüssigkeit. Hat sich mit zunehmender Concentration die Absorptionsgrenze am blauen Ende des Spectrums bis α verschoben, so entspricht dem Bande um D die Curve a.

33. Jod-Dextrin in Wasser. Purpurrothe Lösung.

34. Wässrige Jod-Stärkelösung. Blau. Bei Zunahme der Concentration rückt die Absorptionsgrenze am rothen Ende des Spectrums rasch bis α vor.

3 B C 9 D 10 11 E b 13 14 F 15 16 17 18 G 20 21 22 23 24

Ueber das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titan-Mineralien in den Gesteinen

von

HANS THÜRACH.

(Mit Tafel VII.)

Zur mikropetrographischen Untersuchung der Gesteine auf die sie zusammensetzenden Mineralien hat man sich seit mehreren Jahren gewöhnlich der Betrachtung der Dünnschliffe bedient. Wollte man die im Dünnschliff festgestellten Mineralien behufs chemischer Prüfung weiter isoliren, so behandelte man das Pulver des Gesteins mit der Thoulet'schen oder einer anderen specifisch schweren Salzlösung. Hiezu verwendete man aber selten etwas anderes, als die frischen krystallinischen Gesteine. Auf Anrathen des Herrn Prof. *Sandberger* habe ich indessen bei der Untersuchung der Gesteine des Spessarts auch die zersetzten Gesteine mit in den Kreis meiner Arbeiten gezogen, um durch Schlämmen des natürlichen Pulvers die einzelnen Mineralien zu trennen und zu isoliren. Dabei habe ich dann gewöhnlich nicht blos alle Mineralien des frischen Gesteins wieder gefunden, sondern auch mehrere, welche erst bei der Verwitterung entstehen. Das überraschend verbreitete Vorkommen einiger solcher neu gebildeter Mineralien hat die vorliegende, im mineralogischen Laboratorium der Universität Würzburg ausgeführte Arbeit veranlasst.

Bei Aufsuchung einer geeigneten Schlämmmethode habe ich von Anfang an von der Anwendung einer besonderen Flüssigkeit abgesehen, da mir diese nicht erforderlich schien. Dagegen habe ich versucht, die Schlämmmethode mit Wasser, mittelst welcher *Daubrée* [1]) bereits vor 31 Jahren mikroskopischen Zirkon aus dem

---

[1]) Bulletin de la soc. géol. de France II sér. T. VIII p. 346 suiv.

Granitschutt isolirt hatte, zu modificiren und zu vereinfachen. Es gelang mir nach längerem Bemühen, folgendes Verfahren ausfindig zu machen. Man bringt das gesiebte Pulver in eine gewöhnliche Porzellanschale mittlerer Grösse und schlämmt zuerst die feinsten, im Wasser schwebend bleibenden, thonigen Theilchen ab. Zu dem meist sandigen Rückstand setzt man dann die doppelte Menge Wasser und bringt ihn darin durch Schwenken der Schale auf kurze Zeit in schwebende Bewegung. Dabei senken sich die specifisch schwereren Theilchen nach unten. Man neigt nun die Schale nach der einen Seite, verlangsamt die Bewegung, giesst das Wasser ab und zieht die oberste Sandschichte mit der Hand aus der Schale. Den Rückstand behandelt man noch mehrmals in gleicher Weise, bis zuletzt nur ein ganz geringer Rückstand bleibt, der schon durch sein Aussehen die bedeutende Anreicherung an den gesuchten selteneren Mineralien erkennen lässt. Wiederholt man das Verfahren mit dem abgezogenen Sande noch ein paar Mal, so kann man fast die ganze Menge der vorhandenen specifisch schwereren Mineralien isoliren. Diesen Rückstand wäscht man dann mit destillirtem Wasser und bringt ihn mit einer kleinen Menge desselben nochmals in Bewegung; dabei trennen sich die schwereren Theilchen fast völlig von den noch vorhandenen leichteren und können nach dem Trocknen mit der Feder von diesen weggenommen werden. So habe ich oft grosse Mengen Schutt in wenigen Minuten geschlämmt. Die Schlämmrückstände untersuchte ich dann theils unter Wasser, grösstentheils aber rührte ich sie in Canadabalsam ein, um die untersuchten Präparate dauernd aufbewahren zu können. Aber nicht bloss den Schutt zersetzter Gesteine habe ich auf diese Weise untersucht, sondern auch viele feste Sedimentärgesteine und frische krystallinische Gesteine. Dieselben wurden zerdrückt, die gröberen Theilchen mittelst Haarsieb von dem feinen Pulver abgesiebt und dieses in der geschilderten Weise geschlämmt. Mergel, Kalksteine und Dolomite behandelte ich erst mit Salzsäure und schlämmte hierauf den unlöslichen Rückstand.

Mittelst dieser Methode fand ich den Zirkon zuerst in reichlicher Menge in den zersetzten Glimmerdioriten des Spessarts und Odenwalds und zwar frei von Rutil, so dass mir auch seine Bestimmung auf chemischem Wege gelang. Hierauf fand ich ihn in einer grossen Anzahl von Schuttproben, welche mir

Herr Prof. *Sandberger* zur Untersuchung übergab[1]) und später in Begleitung von Rutil, Granat und Turmalin in den alluvialen und pleistocänen Sanden des Maines und in vielen Sandsteinen Frankens und anderer Gegenden. Herr Prof. *Sandberger* hat diese Resultate bereits in dieser Zeitschrift 1883, Sitzungsberichte S. 105 ff., sowie in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1883 S. 193 geschildert.

Bei diesen Untersuchungen beobachtete ich schon öfters, aber immer nur in einzelnen Exemplaren die kleinen quadratischen Tafeln, welche ich nach Auffindung der grossen und schönen Krystalle in zersetztem Staurolith-Gneiss von Glattbach bei Aschaffenburg sicher als Anatas bestimmen konnte. Die Entdeckung dieses Minerals an mehreren Orten machte es mir wahrscheinlich, dass es, wie ich denn auch wirklich fand, eine sehr grosse Verbreitung besitze. Um diese, sowie die des Zirkons, des Rutils, des später aufgefundenen Brookits und mehrerer anderer Mineralien weiter zu verfolgen, untersuchte ich eine grosse Menge von Sedimentärgesteinen, zersetzte und frische krystallinische Gesteine, im Ganzen über 600 verschiedene Proben. Dieses Material sammelte ich theils selbst, theils erhielt ich es von meinem Freunde *G. Maillard*, z. Z. Assistent am mineralogisch-geologischen Institut des Polytechnikums zu Zürich; den grössten Theil aber verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. *Sandberger*, der mich bei diesen Untersuchungen auch sonst häufig unterstützte und die Richtigkeit meiner Bestimmungen in vielen Fällen bestätigte. Ich sage ihm hiefür öffentlich meinen besten Dank.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich der Hauptsache nach mit dem Vorkommen des Zirkons, Rutils und besonders des Anatases, Brookits und Pseudobrookits. Ausser diesen fünf Mineralien habe ich jedoch auch betreffs der Verbreitung des Turmalins, Granats, Stauroliths, Glaukophans, Picotits, Magneteisens, Apatits, Zinnsteins, Axinits und Spinells viele Beobachtungen gemacht und deshalb auch diesen Mineralien eine kurze Betrachtung gewidmet.

---

[1]) Die meisten waren von ihm selbst, andere von den Herren Apotheker *Schmidt* in Wunsiedel, Landesgeologen Dr. *Schalch* in Leipzig, Geh. Hofrath *Schmid* in Jena und anderen seiner Freunde gesammelt worden.

Zur besseren Uebersicht habe ich die Abhandlung in zwei Theile getrennt, von denen der erste die Beschreibung und Bildungsgeschichte der genannten Mineralien, sowie ihre Verbreitung im Allgemeinen gibt, während der zweite Theil eine kurze Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse des Anatases und Brookits auf primärer und secundärer Lagerstätte enthält.

I. Theil.

Beschreibung der Mineralien.

1. Zirkon und Rutil.

Das Vorkommen des Zirkons und Rutils in mikroskopischer Form hat, weil die beiden Mineralien lange Zeit mit einander verwechselt wurden, eine grosse Zahl von Untersuchungen hervorgerufen. Aber trotz der so sicheren Charakteristik, welche von *Sauer* [1]), *Rosenbusch* [2]), *Cossa* [3]) und Anderen gegeben wurde, sind selbst in der letzten Zeit noch Abhandlungen erschienen, in denen Zirkon und Rutil unrichtig oder unsicher bestimmt und beschrieben wurden. Ich habe deshalb, um die Verschiedenheiten der beiden Mineralien klarer darstellen zu können, denselben eine gemeinsame Betrachtung gewidmet.

Krystallform. Der mikroskopische Zirkon erscheint theils in rundlichen Körnern, theils in abgerundeten, oder allseitig scharf ausgebildeten Krystallen des quadratischen Systems. Diese Krystalle werden fast ausschliesslich von den Flächen $\infty P\infty$, ∞P, P und 3P3 gebildet und zwar findet man alle Combinationen, welche zwischen diesen vier Krystallformen möglich sind. Meist sind die Prismen vorherrschend entwickelt, selten die Pyramiden; aber sehr selten fehlen die Prismen gänzlich. Doch habe ich in einigen Fällen die Doppelpyramide mit untergeordneter Grundpyramide ohne Prismen gefunden, aber

---

1) *Sauer*, Rutil als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil. N. Jahrbuch für Min. 1879 S. 569. 1881. I S. 227.

2) *Rosenbusch*, Sulla presenza dello Zircone nelle roccie; Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI.

3) *Cossa*, Rutil im Gastaldit-Eklogit. N. Jahrb. f. Min. 1880. I. S. 162.

nur an einigen Krystallen aus dem Phonolithtuff von Schackau in der Rhön die Grundpyramide allein. — Gewöhnlich kommen die verschiedenen Formen des Zirkons, wie sie z. Thl. in den Figuren 1—5 der beiliegenden Tafel wiedergegeben sind, in einem und demselben Gesteine gleichzeitig vor, doch lassen einzelne Gesteine gewisse Formen häufiger oder allein erkennen; so ist z. B. die Form Fig. 1 (∞P. ∞P∞.P.3P3) charakteristisch für viele Spessarter und Odenwälder Gesteine; die Form Fig. 2 (∞P∞. ∞P.3P3) ist besonders häufig in den Graniten von Nabburg in der Oberpfalz, von Wörth bei Regensburg und vom Hauptgranitzug des Fichtelgebirges; die Form Fig. 3 (∞P∞.P mit untergeordnetem oder fehlendem ∞P und 3P3) ist bezeichnend für einzelne Gneissschichten des Spessarts; Fig. 5 (∞P.P mit untergeordnetem 3P3) zeigt die im Granit vom Striegau vorkommende Form. Kurze dicke Säulen der Combination ∞P.P sind besonders in den Eruptivgesteinen sehr verbreitet, aber auch selten ausschliesslich vorhanden. In neuerer Zeit wurde von *G. A. König*[1]) am Zirkon von Colorado und von *Michel-Lévy*[2]) am Zirkon von Autun die Fläche 0P mit Sicherheit nachgewiesen und auch *Harada*[3]) und *Kollbeck*[4]) glauben sie am mikroskopischen Zirkon gesehen zu haben. Ich habe eine scheinbare Abstumpfung der Pyramide sehr oft beobachtet, glaube aber, dass es in den meisten Fällen nur eine Kante war, welche durch das Vorwiegen zweier gegenüberstehender Pyramidenflächen gebildet wird. Dagegen habe ich an den Zirkonen aus dem Syenit vom Erbstollen bei Dresden diese Abstumpfung an fast allen Krystallen, auch im Innern derselben an der zonalen Streifung wahrgenommen und an einzelnen konnte ich auch deutlich die Fläche 0P erkennen. *Kollbeck* will auch steilere Pyramiden, 2P und 3P, beobachtet haben. Ich habe an den kurzen Formen ∞P.P der Eruptivgesteine öfters eine Abrundung der Combinationskanten von ∞P und P gesehen, aber deutliche Flächen nicht. Die Deuteropyramide, die *v. Chrustschoff*[5]) angibt, habe ich nie gesehen.

---

1) *G. A. König*, Zeitschr. f. Krystallographie 1877. I. S. 432.

2) *Michel-Lévy*, Bull. de la Soc. mineral. de France 1878. p. 39.

3) *Harada*. N. Jahrb. f. Min. 1882. II. Beilagebd S. 29.

4) *Kollbeck*. Porphyrgesteine des südöstlichen China. Inaug.-Dissertation. Berlin 1883. S. 7 und 8.

5) *v. Chrustschoff*, Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1884. S. 173.

Vom Rutil lassen sich zwei Varietäten unterscheiden: eine, welche bei der Erstarrung der krystallinischen Gesteine gebildet wurde und runde oder länglich runde Körner, abgerundete und scharfe Krystalle von ziemlicher Dicke und nicht sehr grosser Länge zeigt, und eine zweite, welche meist erst nachträglich und zwar in vielen Fällen bei der Zersetzung des Glimmers gebildet wurde und meist lange, dünne, oft vielfach verzwillingte Nadeln zeigt. Diese letztere ist auch in den Thonschiefern und Phylliten ausserordentlich verbreitet. Die Rutilkrystalle der ersten Art zeigen meist vorwaltend die Prismen $\infty P \infty$ und ∞P, meist beide zugleich, und als Endigung die Pyramide P, deren Combinationskanten und Ecken mit den Prismen oft sehr stark abgerundet sind. Niemals habe ich die Doppelpyramide deutlich beobachtet, die von vielen Forschern auch vom Rutil angegeben wird und am Zirkon so gewöhnlich ist. Die Rutilkrystalle der zweiten Art zeigen meist lange, stark gestreifte Prismen, an denen eine Endigung durch die Pyramide gewöhnlich nicht mehr deutlich zu sehen ist.

Zwillingsbildung. Vor 2 Jahren wurden von *L. Fletcher*[1]) von Renfrew in Canada ächte, grosse Zirkonzwillinge beschrieben. *Nessig*[2]) und *Kollbeck*[3]) haben hierauf auch wieder solche Zwillinge am mikroskopischen Zirkon zu sehen geglaubt, doch muss ich gestehen, dass die Abbildung, welche *Nessig* von diesen Zwillingen gibt, sehr für Rutil spricht. Ich habe eine Zwillingsbildung parallel $P \infty$ auch nicht an einem einzigen der vielen Tausende von mir untersuchter Zirkone entdecken können. Nur einmal habe ich an Zirkon aus dem Granit von Striegau eine Einlagerung farbloser Substanz gesehen, welche stark vertical gestreift und nach Art des Rutils unter einem Winkel von 125° verzwillingt war, wie das Fig. 7 zeigt. Ob dies aber eine Einlagerung anders orientirter Zirkonsubstanz oder etwas anderes war, konnte ich nicht entscheiden.

Am Rutil dagegen ist Zwillingsbildung eine ganz gewöhnliche Erscheinung, sowohl parallel $P \infty$ als parallel $3P \infty$. Noch

---

[1]) *L. Fletcher* Proceedings of the crystallological society 1882. p. 97 f. Zeitschrift für Krystallographie 1882. VI., S. 80 und 208.

[2]) *Nessig*, die jüngeren Eruptivgesteine Elba's. Berlin, Inaug.-Dissert. 1883. S. 109 und 118.

[3]) *Kollbeck*. Inaug.-Diss. S. 8.

häufiger aber ist eine Streifung, welche stets P∞, niemals 3P∞ parallel läuft und an der äusseren Form der Krystalle nicht zum Ausdruck kommt. Erscheinungen, wie sie *Hussak*[1]) abbildet, sind jedenfalls sehr selten. Die Zwillingsstreifung ist häufig so fein, dass man nur eine Linie sieht, sehr oft aber ist ein deutliches Band zu beobachten, welches im polarisirten Lichte noch viel besser sichtbar wird. Diese Zwillingsstreifung wurde schon von vielen Mikroskopikern beobachtet und vor Kurzem von *v. Lasaulx*[2]) ausführlich beschrieben. In welch' complicirter Weise sie verbunden mit Zwillingsbildung nach 3P∞ selbst an einem Krystall auftreten kann, zeigt Fig. 10 an einem Rutil aus dem Buntsandstein von Höfel bei Löwenberg in Schlesien. Die gleichartig orientirten Theile sind dabei dunkel schraffirt, die übrigen hell gelassen. — Diese Zwillingsstreifung fehlt dem Zirkon gänzlich.

Streifung. Die Zirkonkrystalle zeigen dagegen gewöhnlich parallel ihrer äusseren Umrandung im Innern eine zonale Streifung, welche bald nur sehr fein angedeutet, bald ausserordentlich stark entwickelt ist, so dass die Krystalle trübe und undurchsichtig erscheinen. Sie ist häufig gleichmässig durch den ganzen Krystall verbreitet, nicht selten werden einzelne Schichten, besonders häufig ein kleiner Kern in der Mitte, scharf abgegrenzt, so dass man glaubt, es seien mehrere Zirkone in einander gesteckt. In den allermeisten Fällen läuft diese Streifung parallel der äusseren Umrandung; bei runden Körnern ist sie rund, bei scharfen Krystallen scharf und deutlich den äusseren Flächen parallel. So habe ich z. B. an den Krystallen aus dem Syenite vom Erbstollen bei Dresden die untergeordnet auftretenden Flächen 0P und 3P3 deutlich und scharf auch an der zonalen Streifung wahrgenommen. In einzelnen Fällen dagegen zeigen sich auch Abweichungen. So sind die Krystalle des eben genannten Vorkommens, wenn die zonale Streifung dem allmählichen Wachsen der Krystalle entspricht, ursprünglich breit und kurz gewesen und von einem gewissen Punkte an nur in der Richtung der Hauptaxe in die Länge gewachsen. An den seltenen Zirkonen eines zersetzten granitartigen Gesteins aus China beobachtete ich

---

1) *Hussak*. Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878 S. 277.

2) *v. Lasaulx*. Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutils. Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 73.

die in Fig. 6 abgebildete Erscheinung, dass nämlich der Kern die Form $\infty P\infty . 3P3$ zeigte, die äusseren kolbig verdickten Enden dagegen nur die Pyramide P. Diese zonale Streifung, welche ich auch an den grossen Hyacinthen von Ceylon beobachtet habe, fehlt selten gänzlich, meist aber zeigt sie nur ein Theil der Krystalle, während sie an den anderen desselben Gesteins fehlt.

Am Rutil habe ich diese zonale Streifung nicht gesehen. Für diesen ist charakteristisch die Zwillingsstreifung und eine, bei den geschilderten Rutilen der ersten Art freilich meist fehlende, aber bei den langen dünnen Nadeln der zweiten Art gewöhnlich vorhandene verticale Streifung, welche theils oscillatorischer Combination der Prismen, theils der Spaltbarkeit entspricht und dem Zirkon fehlt. *Klemm*[1]) beschreibt eine schiefe Streifung am Zirkon, welche auf die Prismenflächen beschränkt ist, und führt sie auf oscillatorische Combination von Prisma und Pyramide zurück. Ich habe diese nur einmal beobachtet.

Farbe. Die natürliche Färbung unterscheidet die beiden Mineralien fast immer sofort. Der mikroskopische Zirkon ist, so wie er unzersetzt in frischen krystallinischen Gesteinen vorkommt, fast immer farblos, nur sehr selten schwach gelblich gefärbt, öfters aber erscheint er etwas grau. Wenn er dagegen stark gefärbt ist, hat er bereits wesentliche Veränderungen erfahren. Der Rutil ist dagegen nur in seltenen Fällen farblos, nämlich da, wo er in ganz dünnen Nadeln und Blättchen vorkommt, wie z. B. im Phlogopit von Ontario in Canada, von wo ihn Herr Prof. *Sandberger*[2]) beschrieb. Sonst ist er immer gelb, gelbbraun und rothbraun bis schwarzbraun gefärbt. Sehr selten sind blaugraue Färbungen, wie z. B. am Rutil auf Klüften des eben genannten Glimmers.

Optische Eigenschaften. Die beiden Mineralien sind stark lichtbrechend, meist klar und durchsichtig und zeigen starken Diamantglanz; stark gefärbte Rutile zeigen auch metallartigen Diamantglanz. Da der Zirkon farblos ist, zeigt er keinen Pleochroismus, der Rutil dagegen zeigt ihn trotz seiner starken Färbung nur schwach. — Das Polarisationsverhalten ist geeignet, den Zirkon und Rutil leicht und sicher zu unterscheiden. Ge-

---

1) *Klemm*. Ueber psammitische Gesteine, Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1882. S. 777.

2) *Sandberger*. N. Jahrb. für Min. 1882. II. S. 192.

meinschaftlich ist den beiden Mineralien, dass sie bei gekreuzten Nicols parallel der Hauptaxe auslöschen; sobald die Krystalle aber schief liegen, zeigt der Zirkon die brillantesten, meist intensiv rothen und grünen, seltener gelben und blauen Interferenzfarben, der Rutil dagegen leuchtet zwar auch stark, aber nur in Farben, welche wenig von seiner eigenen Färbung abweichen, besonders in gelbbraun oder düster grünlichgelb und rothbraun. Dieses so sehr verschiedene Farbenzerstreuungsvermögen ist bis jetzt gar nicht näher hervorgehoben worden, man findet immer nur die Angabe, dass das betreffende Mineral mit lebhaften oder stark leuchtenden Farben polarisirte, hat dabei aber bald den Zirkon, bald den Rutil gemeint. Im Schliff mögen diese Erscheinungen durch die überdeckenden Mineralien allerdings auch oft alterirt werden.

Einschlüsse. Der Zirkon zeigt an den meisten Orten seines Vorkommens, allerdings oft nur in wenigen Individuen, verschiedenartige Einschlüsse, welche bis jetzt nur von wenigen Forschern näher beschrieben wurden. Sie wurden beobachtet von *Velain*[1]) in den Zirkonen des Granits der Seychellen, von *v. Ungern-Sternberg*[2]) im Zirkon des Rapakiwi-Granits, von *Kollbeck*[3]) in den südchinesischen Quarzporphyren und von *v. Chrustschoff*[4]) in den Zirkonen des Granitporphyrs von Beucha Auch Hr. *v. Foullon*[5]) hat sie in dem sehr genau beschriebenen Zirkon eines Quarzporphyrs von *Recoaro* gefunden.

Am verbreitetsten sind lange, dünne, stabförmige Gebilde (vergl. Fig. 5 und 8), welche selten 0,01 mm dick, aber oft über 0 1 mm lang werden. Sie zeigen meist abgerundete, oft auch gerade abgestumpfte oder pyramidal zugespitzte Enden und erinnern sehr an Apatit, wofür sie auch die Genannten gehalten haben. Um einen sichern Beweis dafür zu erhalten, habe ich grössere Mengen durch Schlämmen isolirter und mit Säuren gereinigter Zirkone aus dem Glimmerdiorit von Oberbessenbach im Spessart, aus dem Granit von Striegau und aus dem Main-

---

1) *Ch. Velain.* Bull. soc. géol. de France III. sér. VII. p. 278.

2) *v. Ungern-Sternberg.* Untersuchungen über den finnländischen Rapakiwi-Granit. Inaug.-Diss. Leipzig 1882, S 29.

3) *Kollbeck.* Inaug.-Diss. S. 8.

4) *v. Chrustschoff* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. VI. S. 175.

5) *v. Foullon,* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1880. II. S. 454.

sande von Würzburg, welche die Stäbchen meist reichlich erkennen liessen, fein pulverisirt, und mit Salpetersäure ausgezogen. Die Lösung gab in allen drei Fällen mit Molybdänlösung eine zwar schwache, aber doch deutliche Phosphorsäurereaction. Es dürfen diese Nadeln also sicher als Apatit betrachtet werden.

Andere Einlagerungen zeigen unregelmässige, rundliche oder schlauchförmige Umrisse und eine sehr starke Ablenkung des Lichtes. Sie dürften in den meisten Fällen Gasporen sein. Nur verhältnissmässig selten, besonders häufig noch in den Porphyren und Graniten, beobachtet man deutliche Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, welche meist so gross sind, dass sich die Flüssigkeit nur an wenigen Stellen dieser schlauchförmigen Gebilde erkennen lässt. Hie und da sind diese Einlagerungen regelmässig im Zirkon vertheilt, wie Fig. 6 zeigt. — Nicht selten findet man schwarze Körnchen, bald in der Zirkonsubstanz, bald in den Gasporen, welche in seltenen Fällen quadratische Umrisse erkennen lassen und jedenfalls Magneteisen sind, da sie sich bei beginnender Verwitterung des Zirkons ebenfalls verändern und die Hohlräume der Gasporen braun und roth färben. In den Zirkonen der Eruptivgesteine findet man hie und da auch braune, homogene, schlauchförmige Einschlüsse, welche Glas zu sein scheinen. Alle diese verschiedenartigen Einlagerungen sind am häufigsten in den Zirkonen der massigen Gesteine, häufig auch noch in denen der unteren, körnigen Gneisse, selten in denen der schiefrigen Gneisse und Glimmerschiefer.

Der Rutil zeigt gegenüber dem Zirkon nur selten Einlagerungen. Nur in den Rutilen des Spessarter Staurolith-Gneisses habe ich oft sehr reichlich grosse, dicke, farblose Körner oder Säulchen beobachtet, welche das Licht doppelt brechen und mit grünen und rothen Farben polarisiren. Sie liegen fast der Hauptaxe parallel und zeigen nicht selten eine regelmässige, der Krystallform des Rutil entsprechende Umgrenzung.

Umwandlungserscheinungen. Solche findet man an den Zirkonen aus den zersetzten krystallinischen Gesteinen und den Sedimentärgesteinen sehr gewöhnlich. Die Zirkone färben sich, ohne Risse und Sprünge zu zeigen, zuerst blassviolet, allmählich wird die Färbung etwas dunkler und geht in grauviolet über, Risse und Sprünge treten zahlreich auf, die Krystalle werden trübe und undurchsichtig und färben sich jetzt braun.

Solche stark zersetzte, braune und trübe Zirkone fand ich besonders in einem zersetzten Granit von Görlitz, in welchem sie in dieser Beschaffenheit bis zu 2 mm gross vorkommen. Diese hellvioleten und braunen Färbungen verschwinden beim Behandeln mit Salzsäure nicht, wohl aber alle rothbraunen Färbungen, welche als Ueberzüge oder Infiltrationen von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat zu betrachten sind, und welche auch in den Zirkonen selbst aus dem eingeschlossenen Magneteisen hervorgehen.

An den durch Schlämmen erhaltenen Rutilen habe ich Umwandlungserscheinungen nur selten beobachtet. Nur einmal habe ich hellgelbe erdige Substanzen gesehen, welche aus dem Rutil entstanden waren, öfters dagegen in den Spessarter Staurolith-Gneissen Rutile mit schwarzen, metallisch glänzenden Flecken, welche dieselben oft ganz einhüllten und in einer Umwandlung des Rutils in Titaneisen bestehen, wie dies von *v. Lasaulx*[1]) ausführlich beschrieben worden ist.

Chemisches Verhalten. Hier habe ich dem bereits darüber Bekannten nur wenig hinzuzufügen; Salzsäure und Salpetersäure, sowie verdünnte Schwefelsäure greifen Zirkon, Rutil und ebenso Anatas und Brookit gar nicht an; concentrirte Schwefelsäure wirkt dagegen auf alle vier lösend ein, besonders auf die Titansäuremineralien. Wässerige Flusssäure greift diese wieder gar nicht an, während der Zirkon bei längerem Erhitzen damit matt und trübe wird und rissige Individuen in kleine Stücke zerfallen. Zur chemischen Unterscheidung des Zirkons und Rutils eignet sich am besten die Phosphorsalzperle; doch darf man, um beim Rutil die charakteristische violete Färbung zu erhalten, nicht zu wenig Substanz nehmen. Zusatz von Zinn beschleunigt die Reduction der Titansäure, allein man erhält dabei öfters auch beim Rutil die für den Hyacinth charakteristische empfindliche Kupferreaction[2]). Es ist deshalb besser, die Perle ohne Zinnzusatz zu machen. Die Prüfung auf Titansäure in salzsaurer Lösung durch Reduction mit Zinn verlangt gewöhnlich noch mehr Substanz als die Perle. Beträchtlich empfindlicher dagegen ist die Reaction mit Wasserstoffsuperoxyd[3]), welches

---

[1]) *v. Lasaulx.* Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 73 u. ff.
[2]) *Sandberger.* N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 259.
[3]) *Schönn.* Zeitschrift für analyt. Chemie 1870. IX. S. 41.

in der sauren Lösung schon bei Anwesenheit von Spuren Titansäure eine intensiv orangegelbe Färbung hervorbringt. Stets bestätigt gefunden habe ich das besonders von *Cossa*[1]) hervorgehobene Verhalten des Hyacinths und Rutils beim Erhitzen. Der Hyacinth verliert nämlich beim Erhitzen an der Luft schon unter der Glühtemperatur seine Farbe völlig oder bis auf ein blasses, schmutziges Braun, der Rutil dagegen behält seine intensiv rothbraune Farbe oder wird bei sehr starkem Glühen noch dunkler.

Verbreitung. Die Verbreitung des Zirkons und Rutils ist eine ganz enorme, die des ersteren aber noch grösser als die des Rutils, denn es gibt viele Gesteine, welche nur Zirkon, aber nur wenige, welche nur Rutil enthalten.

In den Graniten findet man, wie schon *Rosenbusch*[2]) angibt, den Zirkon stets und meist sehr reichlich, sowie vorwiegend in scharf ausgebildeten Krystallen. Der Rutil dagegen tritt gegen den Zirkon an Menge bedeutend zurück oder fehlt ganz. Einigermassen häufig habe ich ihn nur in dem Granit der Gegend von Rippoldsau im Schwarzwald und im Granit von Görlitz gefunden: selten ist er in den Graniten von Steinbach bei Fürth und von der Windeck bei Weinheim im Odenwald, im Granit vom Holdersbachthal bei Schapbach, von der Luisenburg und vom Rudolfstein im Fichtelgebirge. Gar nicht gefunden habe ich ihn in den Graniten von Striegau, Heidelberg, Ilmenau, Barr-Andlau, Wörth bei Regensburg, Nabburg in der Oberpfalz und Eibenstock.

Sehr ähnlich den Graniten verhalten sich die Syenite. Auch in diesen ist Zirkon stets und meist reichlich vorhanden; den Rutil dagegen habe ich in keinem einzigen gefunden. Von den von mir untersuchten Syeniten enthält der Syenit von Salawa bei Blansko, von Birkopka und von Klepacon in Mähren den Zirkon häufig in nur 0,05—0,15 mm grossen Krystallen, vorwiegend von der Form $\infty P . \infty P\infty . P$ mit untergeordnetem $3P3$. Der Syenit von Robschütz bei Meissen, vom Plauen'schen Grund und vom Erbstollen bei Dresden enthält Zirkon sehr häufig in bis 0,25 mm grossen rundlichen Körnern und scharfen Krystallen, vorwiegend von der Form $\infty P . P$ mit untergeordnetem $3P3$ und $\infty P\infty$. Im Syenit von Redwitz bei Wunsiedel fand ich besonders häufig grosse lange Krystalle der Form $\infty P\infty . 3P3$, wie sie im benach-

[1]) *Cossa.* N. Jahrb. f. Min. 1880. I. S. 162.

[2]) *Rosenbusch,* Atti della R. Accademia delle Scienze de Torino Vol. XVI.

barten Granit der Luisenburg häufig sind, und im porphyrartigen Syenit-Granit von Weinheim vorwiegend die in den Odenwaldgesteinen so häufige Form ∞P.P.3P3.

Eine grosse Analogie mit den Graniten zeigen ferner die körnigen Diorite und Glimmerdiorite, doch findet man hier schon viele runde Körner und abgerundete Krystalle von Zirkon. Im Glimmerdiorit der südlichen Urgebirgszone des Spessarts und in den sehr ähnlichen Gesteinen von Kleestadt, Brensbach, Reichenbach, Auerbach und Knoden im Odenwald und von Zainhammer bei Brotterode in Thüringen finden sich neben rundlichen Formen auch Krystalle, vorwiegend in der Form ∞P.P mit untergeordnetem 3P3 und ∞P∞. Der Rutil fehlt in diesen Gesteinen gänzlich, oder ist doch sehr selten.

Im Gneiss ändert sich die Sache. Hier erscheinen die beiden Mineralien meist zugleich und sind auch schon von vielen Forschern darin nachgewiesen worden. Im Allgemeinen glaube ich gefunden zu haben, dass in den mehr körnigen, feldspathreichen Gneissen der Zirkon vorherrschend oder auch allein auftritt, dass dagegen in den schiefrigen, glimmerreichen Gneissen beide Mineralien mehr im Gleichgewicht vorkommen, oder der Rutil vorherrscht. Doch gibt es auch viele Ausnahmen. Niemals aber wird man die beiden Mineralien in einem Gneissgebiet völlig vermissen. In den feldspathreicheren Gneissen findet man den Zirkon gewöhnlich noch krystallisirt, oft sogar recht scharf und gross, wie z. B. im Gneiss des Gallenbachthals im Schwarzwald in bis 0,4 mm grossen dicken Krystallen der Form ∞P∞ . ∞P.3P3.P. Besonders verbreitet ist hier die Form ∞P∞ . P mit oder ohne 3P3 und ∞P und mit meist schöner zonaler Streifung. In den schiefrigen glimmerreichen Gneissen tritt dagegen der Zirkon meist in rundlichen oder länglich runden Körnern oder stark abgerundeten Krystallen auf. Grosse, scharf ausgebildete Krystalle sind selten; ebenso wird die zonale Streifung seltener. Der Rutil bildet rundliche Körner und Säulchen und häufig schöne Krystalle der Form ∞P∞ . ∞P.P.

Im Glimmerschiefer ist der Rutil meist in grösserer Menge vorhanden als der Zirkon, doch fehlt dieser nur selten. Auch im Glimmerschiefer und Quarzitschiefer des Spessarts, sowie in dem von Massa maritima in Toscana habe ich die beiden Mineralien gefunden. Der Zirkon kommt hier fast ausschliesslich in

kleinen rundlichen Körnern und Säulchen vor, während der Rutil nicht selten schön krystallisirt ist.

Im Gebiete der Phyllitformation wurde der Rutil ebenfalls schon an mehreren Orten nachgewiesen und zwar vorwiegend in der Form der Thonschiefernädelchen, der Zirkon dagegen bis jetzt noch nicht. Ich fand ihn aber in einem Phyllitgneiss vom Katharinenberg bei Wunsiedel häufig, meist in rundlichen Körnern, aber auch in der Combination von Prismen mit der Doppelpyramide. Im Quarzphyllit von Wiltau in Tyrol ist er sehr häufig in länglich-runden Körnern. An beiden Orten wird er begleitet von Turmalin. Den Rutil dagegen, den *Pichler* und *Blaas* [1]) von letzterem Fundorte so schön beschreiben, konnte ich beim Schlämmen des zerdrückten Gesteins nicht finden. Im Sericitschiefer des Taunus habe ich den Zirkon in 5 Gesteinsstücken aus der Gegend von Wiesbaden und Naurod häufig bis sehr häufig beobachtet. Er tritt hier vorwiegend in oft sehr scharf ausgebildeten, kurzsäulenförmigen, bis 0,2 mm grossen, farblosen Krystallen auf, welche meist $\infty P \infty$, $\infty P.P$ mit seltenem und untergeordnetem 3P3 zeigen; doch sind rundliche Körner und abgerundete Säulchen auch nicht selten. Zonale Streifung und Einlagerungen von Apatitspiessen sind häufig. Turmalin, den *Zirkel* [2]) aus dem Sericitschiefer des Taunus beschreibt, sowie Rutil, habe ich beim Schlämmen nicht gefunden. Die den Sericitschiefer überlagernden Taunusquarzite und Thonschiefer habe ich von Bingerbrück und vom Rheinstein untersucht. Dieselben enthalten häufig Rutil und Turmalin und sehr häufig Zirkon, welcher aber gegenüber dem Zirkon der Sericitschiefer stark abgerollt erscheint. — Auch im Thonschiefer von Wunsiedel habe ich kleine runde Zirkonkörner und kleine braune Turmalinkrystalle gefunden.

Sehr interessirt haben mich die dem Gneiss und Glimmerschiefer concordant eingelagerten Gesteine, namentlich die Hornblendeschiefer, Eklogite und Granulite in Bezug auf ihren Gehalt an Zirkon und Rutil. In den Hornblendeschiefern wurde

---

1) *Pichler* und *Blaas*, die Quarzphyllite von Innsbruck in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. S. 513.

2) *F. Zirkel*, mikroskopische Untersuchung der Taunusschiefer. N. Jahrb. f. Min. 1875. S. 628.

der Rutil besonders von *Sauer*[1]) in weiter Verbreitung nachgewiesen. Auch ich habe ihn in den Hornblendeschiefern und schiefrigen Dioriten des Spessarts meist sehr reichlich gefunden, gewöhnlich aber auch geringe Mengen rundlicher farbloser Zirkonkörner.

Die hochrothen Körnchen des Eklogits hat zuerst Herr Prof. *Sandberger*[2]) näher untersucht und als Hyacinth beschrieben, für den sie auch noch *Hussack*[3]), *Riess*[4]) und *Lohmann*[5]) gehalten haben. Nach den Bestimmungen *Sauers*[6]) und anderer, sowie auch nach meinen eigenen Beobachtungen schien es mir dagegen, als ob sie dem Rutil zugehören müssten.

Nachdem inzwischen hier sehr reichliches und reines Material aus zerfallenen Eklogiten des Fichtelgebirges untersucht worden ist, hat sich auch Herr Professor *Sandberger* der Ansicht *Sauer*'s für diese Gesteine angeschlossen. Doch ist es nicht unmöglich, dass auch ächter, farbloser Zirkon darin vorkommt und noch gefunden werden kann.

Die gelben und rothbraunen, stark lichtbrechenden Körnchen und Kryställchen in den sächsischen Granuliten wurden ebenfalls längere Zeit für Zirkon gehalten, bis *Rosenbusch*[7]) sie für Rutil erklärte, welcher Ansicht sich *Lehmann*[8]) nach eingehenden Untersuchungen anschloss. Da *Zirkel*[9]) und *Dathe*[10]) jedoch auch farblose und glashelle Kryställchen angeben, so habe ich selbst noch einmal drei typische lichte Granulite durch Schlämmen untersucht, nämlich den Granulit von Kaufungen bei Penig, von Wühlau bei Penig und von Leinbach bei Chemnitz.

---

1) *Sauer*, N. Jahrb. f. Min. 1879. S. 569 und 1881. I. S. 228.

2) *Sandberger*, Hyacinth im Fichtelgebirge, Würzburger naturwissensch. Zeitschrift. Bd. VI. S. 128.

3) *Hussack* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S. 277.

4) *Riess*, ebenda 1878. S. 203 u. ff.

5) *Lohmann*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 99 u. ff.

6) *Sauer*, N. Jahrb. f. Min. 1879. S. 569.

7) *Rosenbusch*, N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 211.

8) *Lehmann*, Ueber das Vorkommen von Titan-Mineralien in den sächsischen Granuliten. Sitzungsberichte der niederrh. Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde 1881, sowie in Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine S. 224.

9) *Zirkel*, N. Jahrbuch f. Min. 1880. I. S. 89.

10) *Dathe*, Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft 1877. S. 313.

Die beiden ersten enthielten sehr reichlich Rutil in Körnern, einfachen Krystallen und Zwillingen nach P∞ und 3P3, der letztere dagegen nur sehr wenig. In allen dreien aber fand ich seltene, höchstens 0,12 mm grosse, runde oder länglich runde, farblose Körnchen von Zirkon, an denen ich nur einmal noch Flächen von 3P3, öfters aber die charakteristische zonale Streifung erkennen konnte.

In den Granuliten des niederösterreichischen Waldviertels hat *Becke*[1]) auch Zirkon und Rutil gefunden.

In den körnigen Kalken findet man den Zirkon ebenfalls. In den Spessarter Gesteinen sowohl wie im körnigen Kalk von Redwitz bei Wunsiedel kommt er in kleinen, länglich runden Körnern, begleitet von oft ziemlich grossen Rutilen, nicht selten vor.

Die Verbreitung des Zirkons in Eruptivgesteinen wurde besonders durch die Untersuchungen von *Rosenbusch*[2]) dargethan. Dabei erwähnt derselbe ausdrücklich, dass der Rutil bis jetzt nur in den geschichteten Gesteinen gefunden worden sei und gibt ihn auch aus keinem Eruptivgestein, auch nicht aus den Graniten an. Ich habe jedoch bei meinen Untersuchungen den Rutil öfters zusammen mit Zirkon im Schutt der Porphyre, Diabase, Basalte und Dolerite gefunden. Zur besseren Uebersicht will ich die untersuchten Gesteine und die Resultate einzeln nennen.

1. Diabasschutt von Kirschhofen bei Weilburg[3]): Zirkon h.[4]) meist rundliche Körner, seltener bis 0,2 mm grosse Krystalle der Form ∞P.P.3P3; Rutil n. s., runde Körnchen und Säulchen mit Zwillingsstreifung.
2. Quarzporphyrschutt von der Hartkoppe bei Sailauf im Spessart.
3. Quarzporphyrschutt vom Wagenberg bei Weinheim: wie im vorigen Zirkon hh., meist rundliche Körner, aber auch

---

[1]) *Becke*, Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1882. S. 225.

[2]) *Rosenbusch*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI.

[3]) Von grobkörnigem Diabase herrührend, welcher von *Sandberger* i. Jahrb. d. nass. Ver. für Naturkunde IX. 2. S. 4 ff., 24 und Verst. d. rhein. Schichtensystems in Nassau S. 521 beschrieben worden ist. Statt Hypersthen ist überall dort Augit zu setzen. Analyse von *Senfter* s. N. Jahrb. f. Min. 1872. S. 679 f.

[4]) Die hier und später angewendeten Abkürzungen bedeuten: hh. sehr häufig, h. häufig, n. h. nicht häufig, n. s. nicht selten, s. selten und ss. sehr selten.

scharfe Krystalle; Rutil hh., abgerundete Krystalle mit Zwillingsstreifung und Zwillingsbildung nach P∞ und 3P∞; Turmalin n. s.

4. Quarzporphyr vom Steinwald bei Gross-Umstadt: Zirkon s.
5. Quarzporphyr von Lenau bei Kemnath in der Oberpfalz: Zirkon hh., rundliche Körner.
6. Quarzporphyr von Asbach bei Schmalkalden: Zirkon hh., rundliche Körner und Krystalle.
7. Pinitporphyr von Baden-Baden: Zirkon ss.
8. Porphyrit von Waldböckelheim bei Kreuznach: Zirkon s., bis 0,2 mm grosse, meist abgerundete Krystalle der Form ∞P∞ . ∞P.P.
9. Trachyt von Riveau-Grand am Mont Dore in der Auvergne: Zirkon h., rundliche Körner und Krystalle der Form ∞P.P mit untergeordnetem 3P3.
10. Trachyt mit Tridymit von Thera: Zirkon s., runde Körner und scharfe Krystalle ∞P.P.
11. Phonolithtuff von Schackau in der Rhön: Zirkon n. h., bis 1 mm grosse scharfe, kurz säulenförmige Krystalle der Form ∞P.P; Titanit hh.; Rubicell h.
12. Phonolithtuff von Welschingen bei Engen in Baden: Zirkon h., rundliche Körner und Krystalle der Form ∞P.P.
13. Phonolithschutt vom Käuling in der Rhön: Zirkon h., abgerundete Prismen; Rutil n. s.
14. Basaltschutt vom Hasselbach bei Weilburg: Zirkon hh., vorwiegend runde und länglich runde Körner, seltener Krystalle; Rutil h., runde Körner, einfache Krystalle und Zwillinge nach P∞ und 3P∞.
15. Basaltschutt vom Hohenhöwen: Zirkon n. s.; Rutil s.
16. Basaltschutt vom Dammersfeld in der Rhön: Zirkon hh., rundliche Körner und abgerundete Säulchen, selten Krystalle; Rutil n. s., abgerundete Säulchen.
17. Basaltschutt vom Kreuzberg in der Rhön: Zirkon hh.; Rutil n. s.
18. Basaltlehm von Nidda an der Strasse nach Salzhausen: Zirkon h.
19. Basalt von Naurod bei Wiesbaden: Zirkon s.
20. Doleritschutt vom Hopfenberg bei Schwarzenfels: Zirkon h., Rutil h.

21. Doleritschutt vom Frauenberg bei Schlüchtern: Zirkon n. s.
22. Dolerit vom Huttener Berg: Zirkon s.

Aus den Quarzporphyren und Phonolithen wurde der Zirkon schon öfters beschrieben, und *Rosenbusch* sagt sogar, dass er in allen Quarzporphyren zu finden sei. Aus dem Diabas von Anost in Frankreich gibt ihn bereits *Michel-Lévy* [1]) an. Neu ist dagegen sein Vorkommen in den Basalten und Doleriten, denn die grossen hyacinthartigen Krystalle, die man schon an mehreren Orten in den Basalten gefunden hat, scheinen zu diesen mikroskopisch kleinen in keiner Beziehung zu stehen; die grossen Hyacinthe der Basalte stammen sehr wahrscheinlich aus Gesteinen, welche in der Tiefe anstehen und durch die Eruption des Basaltes mit emporgebracht wurden, während diese Zirkone, die ich in jedem untersuchten Basaltschutt gefunden habe, ein constanter primitiver Gemengtheil der Basalte zu sein scheinen. Die mikroskopisch kleinen Zirkone der Basalte sind fast stets stark abgerundet, so dass man nur selten scharfe Krystalle findet, aber diese abgerundete Beschaffenheit ist ihnen von Natur aus eigen, da die nicht seltene zonale Streifung der rundlichen Körner der äusseren Umrandung genau parallel läuft. Einschlüsse von Apatit und Gasporen kommen in den Zirkonen der Basalte und Dolerite ziemlich selten vor.

Weder Zirkon noch Rutil habe ich gefunden im Melaphyr von Traisa bei Darmstadt, im Kersantit von Heimbach bei Langenschwalbach, im Palaeopikrit von Wallenfels bei Dillenburg und in zwei Olivinfelsauswürflingen aus den Basalten von Kleinostheim bei Aschaffenburg und von Schwarzenfels bei Brückenau.

In den Sedimentärgesteinen wurden Zirkon und Rutil in den letzten Jahren von vielen Forschern und an den verschiedensten Orten, aber immer nur in Sanden, Sandsteinen und Conglomeraten nachgewiesen. Ich habe sie aber bei meinen Untersuchungen nicht bloss in allen von mir untersuchten Sandsteinen, sondern auch in fast allen Mergeln, Schieferthonen und selbst noch in fast reinen Kalksteinen und Dolomiten gefunden. So z. B. im Bergkalk von Bristol und Hof, im Zechstein des Spessarts und Schlesiens, in fast allen Bänken des Wellenkalkes, Muschelkalkes, der Lettenkohle und des Keupers in Unterfranken,

[1]) *Michel-Lévy.* Bull soc. géol. de France. III sér. 1883. p. 284.

in den Triaskalken der Schweiz und Schlesiens, im Purbeckkalk des französisch-schweizerischen Jura, im Pariser Grobkalk, in allen tertiären Kalken des Mainzer Beckens und selbst noch in der fast reinen weissen Schreibekreide der Champagne. Meist sind jedoch beide Mineralien in den Kalksteinen nicht häufig und klein; nur einmal, nämlich in dem Kalkstein mit Orbitolina lenticularis aus dem Rhodanien der Perte du Rhone bei Bellegrande im Dep. Ain habe ich Zirkon in kleinen runden Körnern in grosser Menge getroffen. — Die Menge des Rutils in den Sedimentärgesteinen ist meist beträchtlich geringer als die des Zirkons, doch fehlt er selten ganz. Sehr selten sind dagegen die Fälle, in denen der Rutil bedeutend überwiegt, wie z. B. im Kohlensandstein von Flöha bei Chemnitz, in welchem Rutil in bis 0,5mm grossen Körnern und Granat so häufig ist, dass auf eine Abstammung dieses Gesteins aus dem benachbarten Granulit geschlossen werden darf. — Der Zirkon erscheint in den Sedimentärgesteinen nicht bloss in runden Körnern, sondern auch sehr häufig in ganz scharfen Krystallen, die keine Spur von Abrollung zeigen. Ueberhaupt sind sogen. „klastische Wunden" am Zirkon verhältnissmässig selten. In einzelnen Fällen lassen sich in den Sedimentärgesteinen auch noch Zirkonkrystalle auffinden, deren Form einen Schluss auf ihre Abstammung gestattet; so fand ich z. B. in vielen Kreidesandsteinen Schlesiens neben vielen anderen Formen auch die typischen Krystalle des Striegauer Granites. — Der Rutil erscheint in den Sedimentärgesteinen in runden Körnern, abgerundeten Säulchen und noch ziemlich scharfen Krystallen, dagegen habe ich die langen dünnen Nadeln der Thonschiefer und Phyllite beim Schlämmen nicht gefunden.

Bildung. Die in den massigen Gesteinen vorkommenden Zirkone scheinen fast ausschliesslich Primitivbildung zu sein, doch ist es nach der Beschreibung und Abbildung, welche *v. Chrustschoff*[1]) gegeben hat, sowie nach dem Vorkommen von aufgewachsenen Zirkonen in den Drusen der Chloritschiefer Tyrols nicht unwahrscheinlich, dass auch eine Neubildung dieses Minerals in den Drusen der massigen Gesteine vorkommt. Die Zirkone in den Gneissen und Glimmerschiefern sind beim Krystallinischwerden dieser Gesteine entstanden und auch die scharfen Kryställchen im Sericitschiefer des Taunus haben sich jedenfalls

[1]) *v. Chrustschoff* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. VI. S. 173.

in diesem Gestein gebildet. Dagegen halte ich die im Taunusquarzit in Begleitung von abgerolltem Turmalin und Rutil vorkommenden rundlichen Zirkone ebenso wie alle andern Zirkone in nicht krystallinischen Sedimentärgesteinen für Körper, die sich auf secundärer Lagerstätte befinden. Doch zeigt das Vorkommen von aufgewachsenem Zirkon zusammen mit Chlorit bei Pfunders in Tyrol jedenfalls, dass sich dieses Mineral auch aus wässrigen Lösungen zu bilden vermag.

Der Rutil ist in den Graniten und ebenso in den Gneissen, Glimmerschiefern, Eklogiten bei der Bildung dieser Gesteine entstanden und ich glaube, dass dies auch bei den von mir in den Porphyren. Diabasen, Basalten und Doleriten beobachteten Rutilen der Fall ist, wenn sie bis jetzt auch nur im Schutt dieser Gesteine vorgekommen sind, da die Formen dieser Rutile dick und nicht lang säulenförmig sind und viel mehr den primären der Gneisse gleichen, als den meist lang prismatischen secundär gebildeten. Doch habe ich im Schutt der Basalte auch einzelne stark gestreifte Säulchen gefunden.

In den in Umwandlung begriffenen dunklen Glimmern und auch im hellen Phlogopit haben bereits viele Forscher in den verschiedensten Gesteinen farblose bis gelbe dünne Nädelchen gefunden, welche von *Sandberger* [1]) und *Williams* [2]) als Rutil bestimmt worden sind.

Williams nimmt an, dass dieselben im Glimmer des Glimmerdiorits von Lippenhof bei Unter-Kirnach im Schwarzwalde nicht, wie dies gewöhnlich der Fall zu sein scheint, aus der Zersetzung des Glimmers hervorgegangen sind, sondern dass sie gleichzeitig mit diesem gebildet wurden, da sie auch im frischen Glimmer vorkommen. Auch ich habe diese Nädelchen in dem dunklen Glimmer aller Aschaffite wieder gefunden und zwar sowohl in zersetzten als in noch ganz frischen Blättchen. Auch kreuzen sie sich regelmässig unter 60° und sind wesentlich auf die Mitte der Blättchen beschränkt, so dass auch in Querschnitten nur diese dadurch getrübt erscheint und die äusseren Schichten klar bleiben. Ebenso habe ich auf Klüftchen in diesem Glimmer keine wesentliche Anreicherung an Rutil beobachtet, so dass sie in ihrem Auftreten von den Rutilen im Glimmer von Bodenmais

[1]) *Sandberger*, N. Jahrb. f. Min. 1881. I. S. 258 u. 1882. II. S. 192.
[2]) *Williams*, N. Jahrb. f. Min. 1883. II. Beilageband S. 619 u. ff.

sehr abweichen. Ausserdem erscheint es höchst merkwürdig, dass diese sich unter 60° kreuzenden Rutilnädelchen gerade im Glimmer einzelner Gesteine so ungemein häufig sind, während sie in anderen nur sehr selten vorkommen. So habe ich unter mehr als Hundert untersuchten Vorkommen zersetzter Glimmerblättchen der verschiedenen Gneisse des Spessarts nur in zweien, nämlich in einem Gneissstück von Haibach und in einem anderen von Damm Rutilnädelchen entdecken können, welche aber in diesem Falle ganz denen von Bodenmais glichen. Titansäure kommt aber im dunklen Glimmer aller Spessarter Gneisse vor. In den Aschaffiten des Spessarts kommt übrigens Rutil auch in grossen Krystallen häufig vor, die jedenfalls bei der Bildung dieses Gesteins zusammen mit dem reichlich vorhandenen Zirkon und Granat gebildet worden sind. Die Rutilnädelchen im Glimmer sind deshalb zweierlei Art, nämlich ganz dünne lange Nadeln und seltenere Zwillinge, welche sich unter 60° kreuzen und mit dem Glimmer als Abscheidung eines Ueberschusses der im Gestein vorhandenen Titansäure gebildet wurden, und meist kürzere, stark vertical gestreifte, meist verzwillingte Nadeln und Säulchen, welche aus dem Glimmer bei der Zersetzung desselben entstehen.

In den Sedimentärgesteinen habe ich durch die Schlämmanalyse keine Rutile gefunden, welche ich etwa als Neubildung hätte betrachten können. Das häufige Vorkommen des Rutils auf Klüften der krystallinischen Gesteine, die Bildung desselben aus Glimmer, sowie auf Erzgängen aus zersetztem Gneiss, wie dies vor kurzer Zeit von *Stelzner*[1]) bei Freiberg beobachtet wurde, macht es jedoch wahrscheinlich, dass auch in den Sedimentärgesteinen neugebildeter Rutil vorkommen kann, wenn er auch bis jetzt noch von Niemand darin gefunden worden ist. Jedenfalls aber entsteht in den Sedimentärgesteinen viel häufiger Anatas und Brookit.

2. Anatas.

Krystallform. Der mikroskopische Anatas erscheint als Bestandtheil der zersetzten krystallinischen Gesteine und der Sedimentärgesteine in mehreren Formen ausgebildet, unter denen besonders zwei auffallend verschiedene eine grosse Verbreitung be-

---

1) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

sitzen und da, wo neugebildeter Anatas vorliegt, nur selten gleichzeitig auftreten. Man kann sie daher, ähnlich wie das von *Klein*[1]) für die grossen Anataskrystalle geschehen ist, als Typen des mikroskopischen Anatases betrachten. Der eine Typus wird wesentlich von einer Combination der Grundpyramide mit der basischen Endfläche, der andere von einer Combination einer stumpfen Pyramide zweiter Ordnung mit der Grundpyramide gebildet.

Der erste Typus, die Combination von P mit 0P ist die häufigste Form des mikroskopischen Anatases und erscheint gewöhnlich in tafelförmigen, rechteckigen Krystallen mit vorherrschendem 0P, wie dies die Figuren 12 und 13 zeigen. Durch Zurücktreten der Endfläche nehmen die Krystalle allmählich pyramidalen Habitus an (Fig. 11) und in vielen Fällen findet man die Grundpyramide allein. Untergeordnet, aber recht häufig tritt die die Kanten der Grundpyramide gerade abstumpfende Pyramide zweiter Ordnung $P\infty$ auf, viel seltener aber eine stumpfe Pyramide erster Ordnung $\frac{1}{m}P$, neben welcher ich in einigen Fällen auch noch eine stumpfe Pyramide zweiter Ordnung $\frac{1}{m}P\infty$ mit parallelen Combinationskanten beobachten konnte. An drei verschiedenen Vorkommnissen fand ich ausserdem noch eine Doppelpyramide mPn, deren Auftreten Fig. 15 zeigt, und an einem dieser Krystalle sogar eine zweite, weniger stumpfe Doppelpyramide. An mehreren Vorkommen guter Krystalle ist es mir ferner gelungen, den Winkel der Grundpyramide zu messen, und fand ich ihn an den bestliegenden Krystallen zu 136° bis 137°, welche Zahlen mit der wirklichen Grösse dieses Winkels (136° 36) gut übereinstimmen. Dagegen gelang es mir nicht, an den Pyramiden $\frac{1}{m}P$, $\frac{1}{m}P\infty$ und mPn irgend welche Winkel zu messen. Doch scheint es, als ob die beiden ersteren mit den an den Krystallen des zweiten Typus vorherrschend entwickelten stumpfen Pyramiden gleichwerthig wären. Besonders bemerkenswerth erscheint es ausserdem, dass die Flächen der Grundpyramide durch oscillatorische Combination mit 0P immer parallel den Mittelkanten stark gestreift sind, die Fläche 0P dagegen nur selten eine entsprechende Streifung parallel den Pyramidenflächen zeigt. Die Tafeln sind deshalb in der Richtung der Hauptaxe gewöhnlich sehr klar und durchsichtig, die Pyramiden dagegen meist undurchsichtig.

---

[1]) *Klein.* N. Jahrb. für Min. 1871. S. 900 und 1875. S. 337.

Der zweite Typus der mikroskopischen Anataskrystalle, die Combination $\frac{1}{m}P\infty . P$ tritt in den meisten Fällen mit vorherrschendem $\frac{1}{m}P\infty$ auf, so dass die Krystalle eine linsenförmige Gestalt besitzen. Unter dem Mikroskop erscheinen sie dagegen vorwiegend in der in Fig. 16 abgebildeten Form.

Nicht selten tritt die Grundpyramide so weit zurück, dass die Mittelkanten von $\frac{1}{m}P\infty$ sichtbar werden (wie z. B. in Fig. 21), niemals aber fehlt sie ganz Sehr selten dagegen herrscht die Grundpyramide so sehr vor, dass die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ nur an den Polecken derselben sichtbar werden. Unter den schönen Krystallen von Striegau fand ich auch viele, welche noch andere Flächen erkennen liessen. Besonders häufig ist die Pyramide $P\infty$, sowie eine stumpfe Pyramide erster Ordnung, welche mit $\frac{1}{m}P\infty$ parallele Combinationskanten bildet und in einzelnen Fällen stark entwickelt ist. An den meisten Striegauer Krystallen beobachtete ich aber, auch wenn die Pyramide $\frac{1}{m}P$ fehlte, auf den Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ eine starke Streifung parallel den Combinationskanten von $\frac{1}{m}P$, welche eine oscillatorische Combination der beiden Pyramiden darstellt. Gleichzeitig erscheint auch noch eine Streifung parallel den Flächen der Grundpyramide, welche durch oscillatorische Combination von $\frac{1}{m}P\infty$ mit P bedingt ist, so dass die Krystalle meist das in Fig. 16 dargestellte Aussehen besitzen. An einigen Krystallen von Striegau ist es mir ferner gelungen, unter dem Mikroskop einige Winkel zu messen, welche einen Schluss auf die Axenverhältnisse der Pyramiden gestatten. Ich fand nämlich in meinen Präparaten auch einige, welche parallel einer (aber nicht wirklich vorhandenen) Prismenfläche gelagert waren, wie dies Fig. 17 in Projection zeigt, so dass sich von der Pyramide $\frac{1}{m}P\infty$ der Winkel zweier Polkanten messen liess, welcher sich im günstigsten Falle zu 19° resp. 161° in einigen weniger günstigen zu 18° resp. 162° ergab. Da ich an denselben Krystallen den Winkel der steilen Pyramide zu 135° bestimmen konnte, welcher dem der Grundpyramide sehr nahe kommt, so muss, wenn dies die Grundpyramide ist, die stumpfe Pyramide eine solche zweiter Ordnung sein, deren Werthe zwischen $\frac{1}{7}P\infty$ und $\frac{1}{8}P\infty$ liegen, denn die erstere verlangt für den Winkel zweier Polkanten 20° 21′ 38″, die letztere 17° 51′ 34″. Welche von diesen beiden Pyramiden oder von den dazwischen liegenden unsere wirklich ist, kann ich nicht entscheiden, da die Winkelmessung unter dem Mikroskop viel zu ungenau ist; doch

dürften sich mit den schönen, bis über 0,5 mm grossen Krystallen von Striegau leicht genauere Messungen vornehmen lassen. Da die Pyramide $\frac{1}{7}$P am Anatas sehr häufig ist, und auch an den mikroskopischen Krystallen eine stumpfe Pyramide erster Ordnung nicht selten vorkommt, so möchte ich glauben, dass auch diese den Werth $\frac{1}{7}$P hat. Dann müsste auch die Pyramide zweiter Ordnung $\frac{1}{7}P\infty$ sein, da sie mit dieser parallele Combinationskanten bildet. Immerhin aber bleibt es interessant, dass am mikroskopischen Anatas eine so stumpfe Pyramide zweiter Ordnung so verbreitet vorkommt, wie sie an den grossen Anataskrystallen bis jetzt noch gar nicht beobachtet wurde. Die stumpfste Pyramide dieser Art hat bis jetzt *Groth*[1]) als $\frac{5}{19}P\infty$ beschrieben, und die nächste ist $\frac{1}{3}P\infty$, welche *Seligmann*[2]) und *C. Vrba*[3]) beschrieben haben und von *Cari Wein*[4]) an Anatasen von Rauris in Salzburg vorherrschend beobachtet wurde.

Die basische Endfläche 0P kommt an den Anataskrystallen des zweiten Typus nicht selten vor und ich kenne sogar einige Vorkommnisse, an denen sie stets entwickelt ist, so dass ein dritter Typus entsteht, welcher den Uebergang der beiden beschriebenen in einander andeutet. Ja, an ein Paar Fundorten ist die Pyramide $\frac{1}{m}P\infty$ so untergeordnet entwickelt, dass man die Krystalle lieber zu denen des ersten Typus stellen möchte, wenn sie eben nicht an jedem Krystalle entwickelt wäre.

Eine abweichende Krystallform zeigten die Anataskrystalle aus einem völlig zersetzten Gneiss von der Grube Junge hohe Birke bei Freiberg. Es sind dies oktaëderähnliche Pyramiden mit meist rauhen, wenig schön ausgebildeten Flächen, bald mit, bald ohne 0P, deren Kantenwinkel sich in ein Paar Fällen zu 110—113° ergab, so dass sie der Pyramide $\frac{3}{5}$P mit dem Kantenwinkel 112° 55′ nahestehen, welche an einigen Krystallen von der Alp Lercheltiny im Binnenthale vorherrschend entwickelt beobachtet wurde.

Die mikroskopischen Anataskrystalle sind meist recht scharf und regelmässig ausgebildet, erscheinen jedoch zuweilen auch

---

[1]) *Groth.* Strassburger Mineralien-Sammlung S. 109.

[2]) *Seligmann.* Zeitschr. f. Krystallographie 1882. VI. S. 317. N. Jahrb. f. Min. 1881. II. S. 269.

[3]) *Vrba.* Zeitschr. f. Krystallographie 1881. V. S. 417.

[4]) *C. Wein.* Zeitschr. f. Krystallographie 1884. VIII. S. 532.

stark verzerrt und zeigen eine Menge ein- und ausspringender Winkel (Fig. 13). Ebenso kommt es nicht selten vor, dass mehrere Krystalle regelmässig mit einander verwachsen, wie dies z. B. Fig. 18 an einem Anatas aus dem Schilfsandstein von Sugenheim in Mittelfranken zeigt. Wo der Anatas ferner häufig vorkommt, findet man auch oft zahlreiche (20, 30 bis 100) kleinere und grössere Krystalle unregelmässig nach allen Seiten ausstrahlend zu Krystallgruppen verwachsen. Die Anataskrystalle sind ausserdem selten an allen Stellen scharf ausgebildet, sondern fast stets an einem Ende mehr oder weniger beschädigt. Es rührt dies daher, dass sie in kleinen Drusen der Gesteine gebildet wurden und dabei auf andere Mineralien aufgewachsen sind, von welchen sie beim Zerdrücken des Gesteins abbrechen. Bei diesem Zerdrücken wurden natürlich auch viele Krystalle beschädigt, und parallel den Pyramidenflächen oder der Endfläche gespalten. Solche gespaltene Krystalle habe ich häufig beobachtet, dagegen nur selten Spaltungsdurchgänge. Sehr oft aber zeigen die Anatase eine Menge kleinster, unregelmässiger Risse, welche sie trübe und undurchsichtig machen. Besonders häufig beobachtete ich dies in den Fällen, wo ich zur Untersuchung Waldboden verwendete, der natürlich den atmosphärischen Einflüssen im höchsten Grade ausgesetzt war, so dass man das Trübwerden der Anataskrystalle vielleicht auch als eine Veränderung der Anatassubstanz auffassen darf. Sonst sind die Anataskrystalle meist völlig klar und durchsichtig; nur die auf secundärer Lagerstätte befindlichen sind häufig stark abgerollt und dadurch trübe und undurchsichtig.

Farbe. Die Farbe des mikroskopischen Anatases ist sehr verschieden. Recht häufig erscheint er unter dem Mikroskop völlig farblos, meist aber gefärbt. Man findet alle Uebergänge von farblos durch hellgelb nach gelb, orangegelb und gelbbraun, ebenso von farblos nach hellbraun und dunklerbraun und von blassblau nach himmelblau, tief stahlblau und grünblau. Die Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$ zeigen gewöhnlich eine graubraune oder grünlichbraune Färbung. Rothe und rein grüne Färbung, wie sie *Laspeyres*[1]) von den Anatasen aus den Drusen der Porphyre von Halle beschreibt, habe ich nicht beobachtet. Vorwiegend sind gelbe und blaue Farben. Nicht selten findet man ferner Krystalle,

1) *Laspeyres*. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. 16. S. 453.

besonders der Combination 0P.P, welche verschiedene Färbung zeigen: besonders häufig erscheint der Kern einer quadratischen Tafel in einem der äusseren Form entsprechenden Viereck stärker gefärbt als der Rand, während an anderen Tafeln vorwiegend gelbe mit blauen und grünblauen Farben bald regelmässig bald unregelmässig wechseln.

Optische Eigenschaften. Die Anataskrystalle zeigen stets starken Diamantglanz und sehr starkes Lichtbrechungsvermögen. Dichroismus ist nur zu beobachten, wenn die Krystalle nicht parallel 0P im Präparat gelagert sind, und auch dann nur, wenn die Abweichung ziemlich beträchtlich und die Färbung intensiv ist, denn er ist am Anatas überhaupt schwach und schwankt nur wenig von etwas helleren nach dunkleren Farbentönen, z. B. von gelb nach orangegelb. Die Doppelbrechung beobachtet man ebenfalls nur, wenn die Tafeln schief zum Objectglas gelagert sind, so dass die durchgehenden Lichtstrahlen die optische Axe schneiden. Bei geringer Abweichung von dieser, wie dies häufig der Fall ist, zeigen sich nur schwache Interferenzfarben, besonders ein milchiges blasses Blau, welches bei stärkerer Abweichung intensiver wird, aber niemals so stark leuchtet, wie bei Brookit.

Einschlüsse habe ich im Anatas nur sehr selten beobachtet. Die Krystalle sind meist von idealer Reinheit und zeigen da, wo der begleitende Zirkon voll von Einlagerungen ist, nicht die Spur davon. An den meist braunen Anatasen aus den Kieselhölzern findet man manchmal eine grosse Menge kleiner schwarzer Flecken von wenig scharfer Umgrenzung, welche bald ein-, bald auch nur aufgewachsen erscheinen. Da sich dieselben mit Säuren nicht entfernen lassen, so werden sie kaum etwas anderes sein, als kohlige Substanz, welche im Gestein selbst noch reichlich vorkommt. Ein einziges Mal habe ich im Anatas ein rothbraunes Körnchen gesehen, das von Rutil nicht zu unterscheiden war. Gasporen, Flüssigkeitseinschlüsse und Apatitnadeln fehlen dagegen dem Anatas gänzlich. Wo man solche Dinge zu sehen glaubt, sind es immer nur Beschädigungen oder Unregelmässigkeiten der Oberfläche der Krystalle, welche diesen Eindruck hervorbringen.

Grössenverhältnisse. Die Grösse der Anataskrystalle ist sehr wechselnd. Beim Schlämmen erhielt ich sie gewöhnlich in der Grösse von 0,02 bis 0,25 mm; doch kann man an den

Krystallgruppen oft noch viel kleinere sehen. Grössere Anataskrystalle habe ich dagegen nur sehr selten gefunden, und nur im Granit von Striegau kommen solche von 0,5—0,8mm Grösse vor. Die Dicke der Anataskrystalle ist ebenfalls sehr wechselnd und kann weit herabsinken. So fand ich Tafeln des Typus 0P.P, welche bei einer Grösse von 0,1mm kaum 0,001mm dick waren.

Chemisches Verhalten. Das chemische Verhalten des Anatases ist dasselbe, wie das des Rutils und wurde bereits bei diesem angegeben. Zur sicheren Bestimmung des Anatases habe ich in einigen Fällen, in denen sich die Krystalle gut isoliren liessen, die Titansäure auf chemischem Wege nachgewiesen. So erhielt ich mit den aus den Schlämmungsrückständen des Granites von Striegau, des Staurolith-Gneisses von Glattbach und des Semionotussandsteins von Jobstgereuth bei Windsheim mittelst Lupe und Pinsel isolirten Anataskrystallen eine intensive Titansäurereaction in der Phosphorsalzperle. Noch genauer untersuchen konnte ich die durch Schlämmen isolirten, nur von Zirkon begleiteten Anatase aus einem Pinitoid vom Rand des körnigen Kalks bei Gailbach, sowie die aus Titanit entstehenden von Dürrmorsbach bei Aschaffenburg. Letztere ergeben ausser Titansäure noch Spuren von Eisen und Kalk, welche aus noch anhaftendem, nicht völlig zersetztem Titanit stammen. In einem Falle gelang es mir, auch das specifische Gewicht des Anatases annähernd zu bestimmen. Es war mir nämlich bei reichlichem Vorhandensein von Anatas, Zirkon und Rutil sehr häufig noch möglich, diese drei Mineralien durch Schlämmen theilweise von einander zu trennen. Dagegen war es mir unmöglich, bei der Untersuchung des Schaumkalkes von Erlabrunn bei Würzburg den Anatas von dem ihn in grosser Menge begleitenden Coelestin zu trennen, weil die specifischen Gewichte der beiden einander ziemlich gleich sind.

Verbreitung. Die Verbreitung des Anatases ist eine ganz enorme und nicht viel geringer als die des Zirkons und Rutils. Dagegen ist die Menge, in der er neben diesen Mineralien auftritt, meist beträchtlich kleiner. Ehe ich jedoch zu einer Schilderung der von mir beobachteten Verbreitung übergehe, wird es zweckmässig sein, das bis jetzt beobachtete Vorkommen des Anatases näher zu besprechen.

Bis in die letzte Zeit waren vom Anatas fast nur die Vorkommen der grossen, mit dem blossen Auge oder doch mit der

Lupe schon deutlich sichtbaren Krystalle bekannt. Man fand diese an vielen Orten der Schweiz, am Pfitscher Joche in Tyrol, an mehreren Orten in Rauris im Salzburgischen, am Zirmsee in Kärnthen, zu Schemnitz in Ungarn, bei Bourg d'Oisans in der Dauphiné, in Norwegen, bei Tavistock in Devonshire, in Tremadoc in Nord-Wales, in Cornwall, im Ural, in Brasilien, Nord-Carolina und in Neu-Süd-Wales in Australien, überall auf Klüften und in Drusen der älteren krystallinischen Gesteine, besonders der Granite, Gneisse und Glimmerschiefer, seltener der Hornblendegesteine, oder in den aus der Zertrümmerung dieser Gesteine hervorgegangenen Sanden und Geröllen. In Deutschland ist er meist nur in kleinen Krystallen gefunden worden. So fand ihn *Brücke* [1]) in Begleitung von Brookit in den Drusen des Granits vom grünen Busch bei Schwarzbach, östlich von Hirschberg, und *Klette* [2]) ebenso mit Brookit am Rabenstein bei Wolfshau, westlich von Schmiedeberg in Schlesien in bis 6 mm grossen Pyramiden. Aus dem Granite von Königshain in der Oberlausitz gibt ihn neuerdings *Woitschach* [3]) an. Im Gneisse des Spessarts hat ihn bereits *Kittel* [4]) am Gottelsberg und bei Stockstadt gefunden, und aus Sachsen beschrieb ihn *Knop* [5]) von den Klüften eines Hornblendeschiefers im Phyllit von Harthau bei Burkhardtsdorf. Auf den Klüften der Diabase hat man den Anatas schon an mehreren Orten beobachtet. So fand ihn *Schilling* [6]) in durchsichtigen gelblichbraunen Krystallen der Combination P.0P auf Klüften des dichten Diabases der Grube Obersteigerkopf zu Zorge und auf einer Kluftausfüllung im körnigen Diabas von Stammrode bei Harzgerode im Harz in gelblichbraunen Tafeln und grösseren schwärzlichbraunen Pyramiden. *Gümbel* [7]) gibt sein Vorkommen in einem Steinbruch im Feilitzschholz bei Hof in kleinen Pyramiden auf den Klüften eines Schalsteines an.

---

[1]) *G. Rose*, Zeitschr. d. deutch. geolog. Gesellsch. 1849. Bd. I. S. 81. *Roth*, Niederschlesische Gebirge 1867. S. 63.

[2]) *Klette*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1875. 27 Bd. S. 442.

[3]) *Woitschach*, Abhandl. d. naturf. Gesellsch. z. Görlitz 17. Bd. S 141.

[4]) *Kittel*, Skizze der geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Aschaffenburg, Programm des kgl. bayer. Lyceums zu Aschaffenburg 1840. S. 13.

[5]) *A. Knop*, Programm der kgl. Gewerbeschule zu Chemnitz 1856.

[6]) *Schilling*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1869. 21. Bd. S. 703.

[7]) *Gümbel*, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges S. 482.

In mikroskopischer Kleinheit fand *Laspeyres*[1]) den Anatas in den Drusen der Porphyre von Halle und *Diller*[2]) beobachtete ihn als Umwandlungsprodukt des Titanits im Biotitamphibolgranit der Troas, sowie als Umwandlungsprodukt des Titaneisens in dem erwähnten Schalstein vom Feilitzschholz bei Hof. Doch ist diese letztere Bildungsweise bereits vor ihm von *Neef*[3]) an zersetztem Titaneisen in einem bei Joachimsthal unweit Berlin gefundenen schwedischen Gabbrodioritgeschiebe gesehen worden. Zu den mikroskopischen Vorkommnissen des Anatases darf vielleicht auch noch das von *G. Spezia*[4]) im Gneiss von Baura im Ossolathale beobachtete gezählt werden, da die Kryställchen nur 0,25 mm gross sind, sowie das Vorkommen von Anatas in veränderten Rutilkrystallen von Vannes, welches *v. Lasaulx*[5]) beschrieben hat.

In Sedimentärgesteinen wurde der Anatas bis jetzt nur an vier Orten gefunden, nämlich von *Eddy*[6]) im Dolomit von Smithfield (Rhode Island) in Begleitung von Bergkrystall, Natrolith und Perlspath; von *Wöhler*[7]) in einem oolithischen Eisenerz aus der Steinkohlenformation von Cleveland in England in mikroskopischen Krystallen und zwar in ganz derselben Weise, wie ich ihn in so vielen Gesteinen fand, nämlich durch Auflösen des Eisenerzes in Salzsäure und Schlämmen des thonigsandigen Rückstandes; von *Gümbel*[8]) in der Grauwacke des Treppenberges bei Hof und von *de Koninck*[9]) in einem Thon von Nil-Saint-Vincent in bis 1,5 mm grossen graulichgelben Pyramiden.

Nachdem diese Arbeit bereits abgeschlossen war, lernte ich noch die Abhandlung von *Stelzner*[10]) kennen, in welcher die

---

1) *Laspeyres*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1864. 16. Bd. S. 453.

2) *Diller*, N. Jahrb. f. Min. 1883. I. S. 187.

3) *Neef*, Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1882. S. 487.

4) *G. Spezia*: Cenni geognostici e mineralogica sul Gneiss di Beura; Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino 1882. Vol. XVIII.

5) *v. Lasaulx*, Zeitschr. f. Krystallographie. VIII. Bd. S. 3.

6) *Eddy*, Bost. Soc. Nat. Hist. X. p. 94.

7) *Wöhler*, N. Jahrb. f. Min. 1868. S. 202.

8) *Gümbel*, Geogn. Beschreibung des Fichtelgebirges. S. 482.

9) *de Koninck*, Bull. de l'Acad. roy. de Belg. 1878; im Auszug Zeitschr. f. Krystallogr. 1880. IV. S. 112.

10) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

bereits früher[1]) beschriebenen blauen Tafeln aus aufgelöstem Gneisse vom Ludwig-Schacht-Revier von Himmelfahrt-Fundgrube bei Freiberg als Anatas aufgeführt werden, welcher auch in kleinen Pyramiden im zersetzten Gneiss von Freibergsdorf von ihm angegeben wird; ferner eine Dissertation von *A. Schenk*[2]), welcher den Anatas auf Klüften des Bochtenbecker Diabases, sowie als Neubildung aus Titaneisen im Diabasporphyrit vom Tannenbergsthal beobachtete; endlich die Abhandlung des Herrn *v. Chrustschoff* im 2. Hefte von Tschermaks mineralogischen und petrographischen Mittheilungen für 1884. Die daselbst S. 176 in Fig. 7 abgebildeten Krystalle aus dem Granitporphyr von Beucha, für welche er es unentschieden lässt, ob sie für Rutil, Anatas oder Brookit zu halten seien, sind ächter Anatas, wie ich mich an einem Präparate überzeugen konnte, welches Herr *v. Chrustschoff* an Herrn Prof. *Sandberger* geschickt hat.

Aus der vorstehenden Uebersicht der bis jetzt bekannten Verbreitung des Anatases ergibt sich, dass derselbe wesentlich nur aus Klüften und Drusen der krystallinischen Gesteine bekannt war, während das Vorkommen in den Sedimentärgesteinen als Merkwürdigkeit gelten konnte. Der Anatas besitzt aber in Wirklichkeit eine viel grössere Verbreitung, und es wäre eigentlich nur zu verwundern, dass er bei den mikroskopischen Untersuchungen, die ja fast schon an jedem Gestein gemacht wurden, so sehr selten gefunden wurde, wenn diese mikroskopischen Untersuchungen eben nicht fast ausschliesslich an Dünnschliffen und an frischen krystallinischen Gesteinen vorgenommen worden wären. Der Anatas findet sich aber nicht in den frischen krystallinischen Gesteinen, sondern nur in den zersetzten und auch in diesen oft nur in geringer Menge, so dass er im Schliff kaum zu entdecken wäre. Bei Untersuchung der Schlammrückstände fand ich ihn aber in weiter Verbreitung in den zersetzten Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Glimmerdioriten, Aschaffiten, Porphyren, Porphyriten und Basalten. Noch verbreiteter aber ist er in den Sedimentärgesteinen, theils neu gebildet, theils mit anderen Mineralien eingeschwemmt und zwar sowohl in den

---

[1]) *Stelzner*, Berg- und Hüttenm. Zeitung. 1883. S 171.

[2]) *Schenk*, Die Diabase des oberen Ruhrthals, Bonn 1884. S. 25.

Sandsteinen, Mergeln und Schieferthonen, als auch in den fast reinen Kalken und Dolomiten. Ja ich möchte behaupten, dass man den Anatas bei sorgfältiger Untersuchung, die sich, wenn nöthig, auf mehrere Gesteinsproben ausdehnt, in jedem Sedimentärgesteine und in jedem bis zu einem gewissen Grade zersetzten krystallinischen Gesteine finden kann, oder statt seiner wenigstens Brookit, da die Titansäure fast in keinem Gesteine völlig fehlt.

Bildung. Die Bildung des Anatases hängt mit seiner Verbreitung innigst zusammen. Ich habe bereits angegeben, dass der Anatas nicht in den frischen krystallinischen Gesteinen vorkommt. *Nessig*[1]) und *Kollbeck*[2]) glauben ihn dagegen in den Granitporphyren und Quarzporphyren von Elba und in den Felsitporphyren des südöstlichen China als Primitivgebilde, d. h. beim Erstarren dieser Gesteine gebildet, gesehen zu haben. *Nessig* beschreibt ihn in 0,01—0,03 mm grossen gelblichen Pyramiden, von denen er im Ganzen vier beobachtete, während *Kollbeck* kaum mehr und nur 0,006 mm grosse gesehen hat. Winkelmessungen, sowie optische und chemische Untersuchungen wurden nicht gemacht oder waren nicht zu machen. Ich habe nun auch in mikroskopisch kleinen Titaniten aus Hornblendegesteinen von Hösbach und Steinbach bei Aschaffenburg neben reichlichen, runde, verzerrte und eckige Formen zeigenden Einschlüssen von Rutil einige kleine, gelb bis braun gefärbte und bis 0,03 mm grosse Pyramiden beobachtet, die dem Anatas sehr ähnlich sehen, möchte sie aber doch nicht mit Sicherheit dafür erklären. Man kann sich bei so kleinen Dingen, wenn chemische und optische Untersuchungen nicht mehr möglich sind, zu leicht täuschen. Was mich aber eigentlich veranlasst, an der Richtigkeit der Bestimmungen der Herren *Nessig* und *Kollbeck*, sowie an dem Vorkommen des Anatases als ursprünglichen Gemengtheils der Eruptivgesteine überhaupt zu zweifeln, sind Gründe, die im chemischen Verhalten des Anatases liegen. Erhitzt man nämlich den Anatas, so ändert er schon bei schwacher Glühhitze sein specifisches Gewicht in das des Brookits um und bei starker Glühhitze

---

1) *Nessig*, Die jüngeren Eruptivgesteine des mittleren Elba. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. u. Inaug.-Dissert. 1883. S. 109 u. 118.

2) *Kollbeck*, Porphyrgesteine des südöstlichen China. Inaug.-Dissertat. Berlin 1883. S. 20.

nehmen die beiden Mineralien bekanntlich das specifische Gewicht des Rutils an. Ferner erhält man bei den verschiedenen Methoden zur Darstellung der krystallisirten Titansäure[1]) den Anatas stets nur bei schwacher Glühhitze. So entsteht z. B. beim Glühen vom Titanfluorid oder Titanfluorkalium mit Wasserdämpfen der Anatas nur bei Temperaturen unter 860°, der Brookit zwischen 860° und 1040° und bei höheren Temperaturen bis zur Weissglühhitze nur der Rutil[2]). Bei hohen Temperaturen ist in einer feuchten und sauren Atmosphäre überhaupt nur der Rutil beständig. Wenn nun, wie daraus hervorgeht, die Titansäure in der Modification des Anatases nur bei niedrigeren Temperaturen zu existiren vermag, so kann sie auch nicht aus einem glühenden Schmelzflusse in dieser Form krystallisiren.

Viel eher als Anatas könnte deshalb Brookit in den Eruptivgesteinen als Gemengtheil zu finden sein, was aber ebenfalls unwahrscheinlich ist, während der Rutil die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat, und auch wirklich als primitiv gebildeter Gemengtheil in vielen Eruptivgesteinen vorkommt. Weit eher möglich wäre das Vorkommen des Anatases und Brookits als Gemengtheil der krystallinischen Schiefergesteine, wenn man dieselben als metamorphische oder auf hydatopyrogenem Wege bei nicht sehr hoher Temperatur gebildete Gesteine auffasst. Doch habe ich Anatas mit Ausnahme der beiden erwähnten zweifelhaften Fälle niemals im frischen Gesteine beobachtet.

Die Bildung des Anatases aus anderen Titanmineralien wurde bereits mehrfach beschrieben. Wie schon angegeben, haben *Neef*, *Diller* und *Schenk* den Anatas als Umwandlungsprodukt des Titaneisens in der früher als Leukoxen und Titanomorphit bezeichneten, neuerdings als Titanit erkannten weisslichen oder gelblichen Masse entdeckt, welche aus dem Titaneisen der Diabase und eines Gabbrodiorits entsteht. *Diller* hat ferner gefunden, dass der Anatas im zersetzten Biotitamphibolgranit von Tavaclee in der Troas sich aus Titanit bildet. Diese Bildung des Anatases aus Titanit habe auch ich und zwar schon vor vier Jahren in dem violeten Feldspathe beobachtet, welcher im Glimmerdiorit

---

[1]) Vergl. *Fuchs*, Die künstlichen Mineralien S. 88 ff. u. *Gmelin-Kraut* Anorg. Chemie VI. Aufl. II. 2. S. 4—8.

[2]) *Hautefeuille*, Compt. rend. 53. p. 161.

bei Dürrmorsbach im Spessart liegt [1]). Der Titanit bildet hier gelbe bis braune Krystalle und krystallinische Aggregate bis zu 5 cm Grösse, welche in vielen Fällen oberflächlich oder ganz in einen weissen bis hellgelben erdigen Körper verwandelt sind, der sich bei Oberbessenbach auch in schönen Pseudomorphosen nach Titanit findet, und jedenfalls dieselbe Substanz ist, welche schon *Tauber* (der Plauen'sche Grund bei Dresden, Nürnberg 1799) und später *Groth* [2]) als Umwandlungsprodukt des Titanits im Syenit des Plauen'schen Grundes beschrieben hat. An anderen Stellen aber, wo das ganze Gestein stärker verändert, der violete Feldspath ausgebleicht, der die Färbung desselben bedingende Mangangehalt als schwarze Mangandendriten auf den Klüften abgeschieden ist und in kleinen Drusen sich Pistazit und Thulit angesiedelt haben, findet man auch den Titanit stärker verändert und oft ganz oder theilweise verschwunden. An solchen Stellen findet man aber die Wände ausgekleidet mit kleinen, hellbraunen, diamantglänzenden Kryställchen, die in einzelnen Fällen mit Brauneisenstein verwachsen als ein feines Gitterwerk den Hohlraum noch theilweise oder ganz erfüllen, so dass sie eine ächte Pseudomorphose nach Titanit darstellen. Unter dem Mikroskop erweisen sich diese Kryställchen als dünne, oft sehr verzerrte, selten über 0,15 mm grosse, quadratische Tafeln, an denen man die Grundpyramide nur mit Mühe deutlich zu sehen vermag, so dass ich trotz des chemischen

---

[1]) Diese Einlagerung enthält reichlich Orthit, welchen Herr Prof. *Sandberger* in der Würzburger Naturwissenschaftlichen Zeitschrift Bd. VI. S. 43 bereits kurz beschrieben hat. Ich habe denselben wieder gefunden und chemisch näher untersucht und in ihm ausser Al, Fe, Ce, La, Di, SiO_2 und H_2O noch Ka, Na, Li, Ca, Sr, Y, Er, Th, Be, Mn, Cu, Pb, ferner in Spuren Cr und Bi, sowie beträchtliche Mengen Arsen nachweisen können, also eine Zahl von Elementen, wie sie selten in einem Minerale vorkommt. Das Arsen fand ich auch in dem in rhombischen Prismen und Pyramiden krystallisirten Gadolinit, der in einer ähnlichen Einlagerung im Glimmerdiorit von Strassbessenbach zusammen mit grossen Oligoklaszwillingen vorkommt. An dem zuerst genannten Orte bilden sich bei der Zersetzung des Orthits theils rothe, dichte Substanzen, theils braune ockerige Massen, schwarze Mangandendriten und zuletzt auch ein gelbes Pulver, welches sich in verdünnter Salzsäure ohne Brausen leicht löst, viel Ce, H_2O und etwas Fe enthält und jedenfalls ein bis jetzt in der Natur noch nicht beobachtetes Cerhydroxyd ist. An andern Stellen ist der Orthit von Pistazit umgeben, welcher aus ihm zu entstehen scheint.

[2]) *Groth*, N. Jahrb. f. Min. 1866. S. 48.

Nachweises der Titansäure sie erst im vorigen Jahre als Anatas zu bestimmen vermochte, nachdem ich denselben an anderen Orten in besseren ähnlichen Krystallen gefunden hatte. Diese Bildung des Anatases aus Titanit darf in vielen Fällen angenommen werden, da der Titanit in den zersetzten krystallinischen Gesteinen oft sehr selten ist, während er im frischen Gestein häufig vorkommt. Auch in den Sedimentärgesteinen mag dieser Process häufig stattgefunden haben, da der im Urgebirge so verbreitete Titanit in diesen nur sehr selten noch zu finden ist.

Diller gibt an, dass er in jedem Flöckchen Chlorit des schon öfters erwähnten Biotitamphibolgranits kleine Anataskryställchen gefunden habe. Da dieser Chlorit aus der Zersetzung des Glimmers und der Hornblende hervorgegangen ist, so wäre es auch möglich, dass sich der Anatas z. Thl. aus diesen Mineralien gebildet hat, welche ja fast stets Titansäure enthalten. Es wäre dies also eine Bildungsweise ganz ähnlich der des Rutils aus Glimmer, und *Stelzner*[1]) nimmt sie auch für das Vorkommen des Anatases bei Freiberg an. Ich habe bis jetzt in keinem zersetzten Glimmer Ausscheidungen von Anatas nachweisen können. Dagegen habe ich in einem Falle den Brookit unter solchen Umständen getroffen, dass seine Bildung aus Glimmer wahrscheinlich ist, und da der Rutil sehr häufig so vorkommt, so wird man auch den Anatas noch als Zersetzungsprodukt des Glimmers finden können.

Endlich kann auch der Rutil in Anatas umgewandelt werden, wie dies durch die Beobachtung von *v. Lasaulx*[2]) an Rutilkrystallen von Vannes wahrscheinlich gemacht worden ist.

Im Allgemeinen habe ich für die Bildung des Anatases folgende Beobachtungen gemacht. Der Anatas findet sich als Neubildung nicht bloss in den zersetzten krystallinischen Gesteinen, sondern auch in den Sedimentärgesteinen. Es geht dies mit Bestimmtheit daraus hervor, dass

1. der Anatas in vielen Sandsteinen in verhältnissmässig sehr grosser Menge vorkommt, die Krystalle dann meist wunderschön klar und scharf ausgebildet sind und dabei sehr dünne Tafeln und ganze Krystallgruppen bilden, welche nicht die geringste Abrollung zeigen, was bei der geringen

---

1) *Stelzner*, N. Jahrb. f. Min. 1884. I. S. 273.

2) *v. Lasaulx*, Zeitschr. f. Krystallographie. VIII. 1884. S. 73.

Härte des Anatases und nach einem langen Transport durch fliessendes Wasser kaum möglich wäre;

2. dass Kalke und Dolomite mit reichlichem Anatas oft nur sehr wenig eingeschwemmte Theilchen, namentlich nur wenig Zirkon, Rutil und Turmalin enthalten;
3. dass der Anatas in grosser Menge in Kieselhölzern vorkommt, welche keine Spur von Zirkon, Rutil u. s. w. enthalten, während sie in dem das Kieselholz einschliessenden Sandsteine sehr reichlich vorhanden sind, dem der Anatas dagegen fehlt;
4. dass die in den Sedimentärgesteinen neu gebildeten Anatase einen sehr übereinstimmenden Habitus und gleiche Farbe besitzen.

Wo der Anatas auf secundärer Lagerstätte vorkommt, ist er ebenso wie die begleitenden Mineralien stark abgerollt und zeigt verschiedenen Habitus und verschiedene Farbe. Man findet häufig Pyramiden und Tafeln des ersten Typus und Krystalle des zweiten neben einander, im Ganzen aber meist nur wenige Individuen. Ich war deshalb nur in wenigen Fällen zweifelhaft, ob der vorliegende Anatas sich auf primärer oder secundärer Lagerstätte befindet. Doch sind mir mehrere Vorkommen bekannt, in denen neben unzweifelhaft neugebildeten Anatasen auch abgerollte vorhanden sind, was übrigens sehr wohl möglich ist, da die Bildung neuer Anataskrystalle die Auflösung der bereits vorhandenen nicht voraussetzt.

Ausserdem konnte ich beobachten, dass der Anatas sich als Neubildung vorwiegend in solchen Sandsteinen findet, welche eine ziemliche Menge Kaolin oder Feldspath enthalten oder enthalten haben, wie z. B. Rothliegendes, Weissliegendes, Bunt-, Keuper- und Kreidesandsteine; dass ferner Kalksteine und Dolomite mit neugebildetem Anatas meist eine drusige oder poröse Beschaffenheit zeigen und ausserdem eine oft sehr grosse Menge ebenfalls neugebildeter Bergkrystalle von mikroskopischer Grösse (0,05—0,2 mm) enthalten. Diese durchweg säulenförmigen Bergkrystalle zeigen ∞R nebst $+$ und $-R$ und sind nicht selten parallel und senkrecht mit einander verwachsen. Sie finden sich auch in den erwähnten Anatas führenden Sandsteinen gewöhnlich und kommen selbst in den kaolinisirten Gneissen und Graniten und drusigen Porphyren in Begleitung des Ana-

tases nicht selten vor. In einzelnen Fällen, wie z. B. im Porphyrit von Waldböckelheim scheinen sie durch Tridymit ersetzt zu werden. Ferner sei erwähnt, dass, wo man früher Anatase in Klüften und Drusen der krystallinischen Gesteine fand, dieselben fast immer von Bergkrystallen begleitet waren.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich schliessen, dass die Titansäure, aus welchem Minerale sie auch hervorging, durch alkalische Flüssigkeiten, die aus sich zersetzenden Feldspathen oder auch in selteneren Fällen aus Glimmer entstanden, zusammen mit Kieselsäure gelöst wurde und sich mit dieser in krystallisirter Form wieder abschied, als durch Kohlensäurezufuhr die Bildung von kohlensauren und doppelt kohlensauren Alkalien möglich wurde, welche die beiden Säuren nicht mehr in Lösung zu halten vermochten. Auch kann die Zersetzung der Lösung durch andere Salze, z. B. durch Gyps und Kohlensäure zugleich erfolgt sein, so dass sich gleichzeitig kohlensaurer Kalk abschied, in welchen der Anatas in der Schweiz nicht selten eingewachsen vorkommt. In vielen Fällen scheint sich der Quarz vor dem Anatas gebildet zu haben, da dieser demselben häufig aufsitzt; doch hat man in der Schweiz den Anatas auch im Bergkrystall gefunden. Sicher ist, dass der Anatas sich auch heutzutage bei gewöhnlicher Temperatur und unter gewöhnlichem Druck noch zu bilden vermag und dass es unnöthig ist, zu seiner Bildung die Mitwirkung von sauren und heissen Fumarolen anzunehmen.

3. Brookit.

Krystallform. Der Brookit erscheint als mikroskopisch kleiner Bestandtheil der zersetzten krystallinischen Gesteine und der Sedimentärgesteine stets in dünnen Tafeln, an welchen das makrodiagonale Flächenpaar $\infty\bar{P}\infty$ weitaus vorherrschend entwickelt ist, so dass die übrigen Krystallformen nur die Umrandung der Tafeln bilden. Von diesen ist besonders häufig das Prisma ∞P und die Pyramide $\breve{P}2$. Nicht selten und an manchen Vorkommnissen stets entwickelt sind $0P$ und $2\breve{P}\infty$; selten ist $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$. Die Figuren 23—29 zeigen die meisten der verschiedenen von mir beobachteten Formen des Brookits. Wie an den grossen Krystallen, so sind auch an diesen die Flächen $\infty\bar{P}\infty$ und ∞P vertical gestreift, manchmal nur ganz fein, so dass die Streifung nur mit Mühe zu sehen ist, wie z. B. an den kleinen Krystallen

aus dem Infraliassandstein von Burgpreppach, nicht selten aber auch so grob, dass die Krystalle nur an wenigen Stellen durchsichtig sind, wie z. B. die sonst schönen Krystalle von Striegau. Ganz ähnlich wie beim Anatas findet man auch beim Brookit die Krystalle häufig verzerrt, indem an vielen Stellen einer Tafel Krystallenden entwickelt sind, oder die Krystalle regelmässig seitlich oder parallel $\infty\bar{P}\infty$ oder auch unregelmässig zu strahligen Gruppen verwachsen, wie dies z. Thl. an den Figuren 23 und 24 zu sehen ist.

Die Brookittafeln sind meist durchsichtig, zeigen starken Diamantglanz und starkes Lichtbrechungsvermögen. Sie sind selten ganz farblos, viel seltener als dies beim Anatas der Fall ist, sondern meist gefärbt und zwar vorwiegend blassgelb bis intensiv gelb und orangegelb, oder auch hellbraun, in einigen Fällen auch blau und grünblau. Ebenso wie beim Anatas kommt auch hier an einzelnen Krystallen verschiedene Färbung vor. Besonders häufig erscheint der Rand der Krystalle bei 0P grünlichgrau, die Mitte dagegen farblos oder auch gelblich, seltener ist diese stärker gefärbt, z. B. blau und der Rand gegen die Prismenflächen zu blassgelb.

Einlagerungen sind beim Brookit sehr selten, nur einmal beobachtete ich an einem Krystall aus dem Zechsteindolomit von Grenzenberg bei Görisseiffen in Schlesien etwas derartiges. Derselbe war nämlich von 0P gegen die Mitte zu völlig klar, von den andern Seiten her dagegen trüb und zwar in regelmässigen, aber nicht scharfen Streifen parallel $\breve{P}2$, wie dies Fig. 25 zeigt. Die Trübung löste sich selbst bei starker Vergrösserung nicht in einzelne Theilchen auf.

Optische Eigenschaften. Sehr charakteristisch für den Brookit sind Pleochroismus und Polarisationserscheinungen, welche bei der gewöhnlichen Lagerung der Tafeln parallel zwischen Object- und Deckglas fast immer zu beobachten sind. Bei den gelben Krystallen zeigt sich, wenn die Hauptaxe dem untern Nicol parallel gerichtet ist, eine citronengelbe Färbung, eine orangegelbe dagegen, wenn sie senkrecht dazu steht. Auch bei den blauen und grünblauen Krystallen ist deutlicher Pleochroismus vorhanden. Im polarisirten Lichte löscht der Brookit bei gekreuzten Nicols meist parallel der Hauptaxe aus; in einzelnen Fällen habe ich aber auch sehr deutlich schiefe Auslöschung beobachtet. Bei schiefer

Stellung zeigt der Brookit ferner herrliche, intensiv leuchtende Interferenzfarben, unter denen ein tiefes, intensives Blau und Gelb oder Orangegelb besonders charakteristisch sind. Doch treten auch rothe und grüne Farben, sowie Uebergänge dieser in die vorigen nicht selten auf. Dieses Polarisationsverhalten, verbunden mit der Beobachtung des Pleochroismus und der Streifung gestattet den Brookit stets leicht und sicher von Anatas und Rutil, sowie von anderen Mineralien zu unterscheiden.

Chemisches Verhalten. In chemischer Beziehung verhält sich der Brookit wie Anatas und Rutil.

Verbreitung. Der Brookit galt bis jetzt für ein im Ganzen seltenes Mineral. Man fand ihn an mehreren Orten in der Schweiz, zu Oisans in der Dauphiné, in Tremadoc in Nord-Wales, in Cornwall, bei Miask im Ural, zu Magnet-Cove in Arkansas, in Nord-Carolina und in Neu-Süd-Wales; ferner bei Hirschberg und Schmiedeberg in Schlesien und am Pfitscher Joche in Tyrol, überall auf Klüften oder in Drusen der älteren krystallinischen Gesteine oder in den aus diesen hervorgegangenen Geröllen und Sanden. In vulkanischen Gesteinen hat man ihn angegeben bei Bianca villa und im Val del Bove am Aetna und bei Autun in Frankreich. Als Vorkommen in den sedimentären Gesteinen könnte das in den Bleierzgängen von Ellenville im Staate New-York gelten, da dieselben in silurischem Sandstein aufsetzen. Als Neubildung aus Titanit beschrieb ihn *A. Müller* [1]) aus einem Kalk von St. Philippe bei Markirch im Elsass.

In nur mikroskopisch kleinen Krystallen hat man den Brookit bis jetzt überhaupt nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Ich fand ihn aber in dieser Form in mehreren zersetzten Graniten und Gneissen, im Schutt einiger Porphyre und eines Dolerites. Sehr verbreitet ist er ferner in den Sedimentärgesteinen, in denen er aber meist auf secundärer Lagerstätte und stark abgerollt, selten als Neubildung vorkommt. Er ist im Ganzen seltener als Anatas und findet sich ebenso, wie an den Vorkommen der grossen Brookitkrystalle, gewöhnlich neben diesem. In den krystallinischen Gesteinen kommt er nur vor, wenn dieselben zersetzt sind, im frischen Gestein fehlt er.

---

[1]) *A. Müller*, N. Jahrb. f. Min. 1858. S. 820.

Bildung. Diese ist bis jetzt nur einmal direct beobachtet worden, nämlich von *A. Müller* aus Titanit von St. Philippe bei Markirch im Elsass. Ich habe diese selbst nicht wieder gefunden, dagegen einmal, nämlich in einem in Zersetzung befindlichen, aber noch festen Quarzitschiefer von Huckelheim im Spessart in den hellgrünen, schwach chromhaltigen Glimmerblättchen mehrere regellos gruppirte hellbraune, kleine Brookittäfelchen eingelagert gesehen, welche vielleicht aus diesem bereits etwas zersetztem und wasserhaltigem Glimmer entstanden sind. In Begleitung dieses Glimmers und sehr oft in ihm findet man jedoch viele kleine Körner und Krystalle von rothbraunem Rutil, der nicht selten in eine hellgelbe, erdige Masse verändert ist, welche zwar keine Formen zeigt und die ich auch chemisch nicht näher zu bestimmen vermochte, die aber vielleicht eine Paramorphose des Rutils in Brookit darstellen könnte, da der Kalk im Gestein fast gänzlich fehlt und deshalb Titanitbildung nicht wahrscheinlich ist. Derselbe könnte aber aus dem in allernächster Nähe anstehenden Zechsteine zugeführt worden sein.

Im Uebrigen gilt für die Bildung des Brookits alles, was ich oben über die des Anatases gesagt habe.

4. Pseudobrookit.

Der Pseudobrookit ist ein erst seit 1878 bekanntes Mineral, welches von *A. Koch* [1]) in dem zersetzten drusigen Trachyte vom Aranyer Berge in Siebenbürgen in Begleitung von Tridymit, Szaboit und anderen Mineralien entdeckt und näher beschrieben wurde. Bald darauf fand ihn *Gonnard* [2]) in einem ähnlichen Trachyte von Riveau grand im Mont Dore in der Auvergne und *Lewis* [3]) im Spargelstein von Jumilla in Spanien. Ich habe ihn bis jetzt nur im zersetzten Basalt und Phonolith des Kreuzbergs in der Rhön gefunden, welche von Herrn Prof. *Sandberger* und mehreren Studirenden gelegentlich einer Excursion zu Pfingsten 1884 gesammelt und mir freundlichst zur Untersuchung überlassen wurden.

---

1) *A. Koch* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S 78 u. 344 u. ff.

2) *v. Lasaulx* in Jahresber. d. schlesisch. Ges. f. vaterl. Cultur 1879. S. 17f.

3) *Lewis* Proceedings of the crystallological society II p. 108 f. Zeitschr. f. Kryst. 1883. VII. S. 181.

Krystallform. Der Pseudobrookit bildet rhombische Tafeln mit vorherrschendem $\infty\bar{P}\infty$, welche wesentlich von den Flächen ∞P und $\bar{P}\infty$ begrenzt sind. Die Krystalle sind schwarz, stark glänzend und nur an den dünnsten Stellen mit rothbrauner Farbe durchscheinend. Ganz dasselbe beobachtete ich an den Pseudobrookiten vom Kreuzberg; nur sind die Tafeln bedeutend kleiner, indem die grössten, welche ich sah, nur 0,2mm lang und 0,1mm breit waren, so dass sie nur unter dem Mikroskop zu entdecken sind. Bei dieser geringen Grösse sind sie natürlich auch entsprechend dünn und deshalb alle durchsichtig oder doch noch mit tief rothbrauner Farbe durchscheinend. Sie stimmen in ihrem ganzen Habitus, Farbe, Lichtbrechung u. s. w. so vollkommen mit denen der Würzburger Sammlung vom Aranyer Berge und vom Mont Dore überein, dass ich an der Identität der beiden Mineralien keinen Zweifel habe. An den Krystallen vom Kreuzberg ist stets $\infty\bar{P}\infty$ vorherrschend entwickelt und ∞P und $\bar{P}\infty$ immer vorhanden, so dass die in Fig. 30 abgebildete Form die gewöhnliche ist. Ausser diesen drei Arten von Flächen tritt sehr häufig, meist untergeordnet, aber hier und da gegen $\bar{P}\infty$ überwiegend, noch eine Pyramide auf, deren stumpfe Polkante mit der Prismenkante einen Winkel von etwa 110° bildet und vielleicht die von *Koch* beschriebene, aber an den Krystallen vom Aranyer Berge nur sehr untergeordnet entwickelte Pyramide P6 ist (Fig. 31). Selten, sehr untergeordnet und weniger sicher habe ich die Flächen e = $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$, l = $\infty\breve{P}2$ und b = $\infty\breve{P}\infty$ beobachtet. Die Fläche $\infty P\infty$ ist gewöhnlich parallel den Prismenkanten gestreift, doch habe ich diese Streifung manchmal auch nicht gesehen. Spaltbarkeit parallel $\infty\breve{P}\infty$ ist deutlich zu beobachten. Die Krystalle sind scharf, aber nicht allseitig ausgebildet, sondern an einem Ende gewöhnlich beschädigt.

Farbe und optisches Verhalten. Unter dem Mikroskop zeigt der Pseudobrookit bei abgeblendetem Unterlichte metallartigen Diamantglanz; bei durchfallendem Lichte ist er mit gelbbrauner oder rothbrauner Farbe durchsichtig, dicke Kryställchen erscheinen fast schwarz. Der Pseudobrookit zeigt sehr deutlichen, aber schwachen Pleochroismus und im polarisirten Lichte stark leuchtende, jedoch nicht sehr verschiedene Farben, von denen besonders Braunroth und ein dunkles Grünlichgelb charakteristisch sind. Dieses Polarisationsverhalten

gestattet, den Pseudobrookit leicht vom ächten Brookit zu unterscheiden.

Chemisches Verhalten. Der Pseudobrookit besteht nach der Analyse des Herrn *Koch* aus 52,74% TiO_2, 42,29% Fe_2O_3 mit Spuren von Al_2O_3, 4,28% CaO und MgO und verliert beim Glühen 0,70% an seinem Gewicht. Es ist mir nicht gelungen, an dem Pseudobrookit vom Kreuzberg diese Zusammensetzung nachzuweisen, da es mir nicht möglich war, ihn von dem begleitenden Zirkon, Rutil und Picotit zu trennen. Doch habe ich gefunden, dass er von Salzsäure nicht und von Flusssäure nur wenig angegriffen wird.

Verbreitung. Am reichlichsten habe ich den Pseudobrookit in brauner Erde gefunden, welche auf dem Kreuzberg durch Verwitterung des festen, massigen, nicht porösen Nephelinbasaltes entsteht; seltener ist er in einem rothbraunen Basalttuff, und noch seltener beobachtete ich ihn im Schutt des Phonoliths vom Käuling.

Bildung. Die Bildung des Pseudobrookits scheint ähnlich wie die des Anatases in den zersetzten Porphyren und Basalten stattgefunden zu haben. Ich schliesse dies daraus, dass die Pseudobrookitkrystalle gegenüber dem gleichzeitig mitvorkommenden Zirkon und Rutil sehr scharf ausgebildet sind und in dem frischen Gesteine zu fehlen scheinen; wenigstens habe ich sie in einigen untersuchten Schliffen nicht finden können. Ausserdem sind die Krystalle an einem Ende abgebrochen und deshalb jedenfalls in kleinen Drusen gebildet worden. Da sie sich ferner in der Basalterde finden, welche sich heutzutage noch unter gewöhnlichen Witterungs-Verhältnissen aus dem festen Basalte bildet, so möchte ich glauben, dass sie auch gegenwärtig noch am Kreuzberge entstehen können und dass deshalb zur Erklärung ihrer Bildung, wenigstens in diesem Falle, die Annahme von Fumarolen unnöthig ist, wie dies *Koch*[1]) für den Pseudobrookit des Aranyer Berges annimmt.

Ueber die den Zirkon und Rutil begleitenden Mineralien.

Hier habe ich nur denjenigen Mineralien eine nähere Betrachtung gewidmet, welche sonst gewöhnlich zu den accessorischen gezählt werden und deren Verbreitung, besonders in

---

1) *A. Koch* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1878. S. 361.

den Sedimentärgesteinen bis jetzt nicht vollständig bekannt war. Da ich der Charakteristik dieser bereits Eingangs aufgezählten Mineralien nur wenig hinzuzufügen habe, so kann ich mich auch wesentlich auf die Schilderung dieser Verbreitung beschränken.

Die Feldspathe kennt man seit langer Zeit in weitester Verbreitung in den Sedimentärgesteinen; doch hat es mich gefreut, in dem kalkigsandigen Steinkern einer Helix von Aix auch noch Mikroklin entdecken zu können. Die Glimmer, besonders helle, sowie chloritische Körper sind ebenfalls in den Sedimentärgesteinen weit verbreitet. Dunkle Glimmer kommen besonders in den Keupersandsteinen häufig vor. Die Hornblende ist gegenüber ihrer weiten Verbreitung in den krystallinischen Gesteinen in den Sedimentärgesteinen selten, da sie durch die Atmosphärilien sehr leicht zersetzt wird. Den Augit fand ich reichlich in dem weissen Kalkschiefer mit Pupa nördlingensis Kl., welcher am Fuss des aus Nephelinbasalt bestehenden Höwenegg im Höhgau über Basalttuff lagert.

5. Turmalin.

Der Turmalin ist wegen seines auffallenden optischen Verhaltens ein sehr leicht erkennbares Mineral und deshalb nicht blos in den krystallinischen, sondern auch in den Sedimentärgesteinen bereits in weiter Verbreitung bekannt. *Sorby*[1]) benutzt das Vorkommen desselben in den Sanden sogar als Kriterium für die Abstammung derselben aus Graniten. Doch findet man den Turmalin auch sehr verbreitet in den Gneissen, Glimmerschiefern, Phylliten und Thonschiefern, so dass er auch aus diesen den Sedimentärgesteinen zugeführt werden konnte.

Im Allgemeinen habe ich gefunden, dass der Turmalin der Granite unter dem Mikroskop mit brauner und blauer Farbe durchsichtig ist, während der Turmalin der schiefrigen Gneisse, z. B. des Staurolith-Gneisses im Spessart, eine hellviolete Farbe zeigt, welche sich bei dichroskopischer Untersuchung in dunkelgrüngrau und grünbraun ändert. Der Turmalin der Quarzitschiefer, Phyllite und Thonschiefer zeigt dagegen wieder vorwiegend braune oder auch grünbraune und grüne Färbungen. Eine kurze Besprechung verdienen vielleicht die Einschlüsse im

---

[1]) *Sorby*, on the microscopical characters of sands and clays. The Monthley microscopical Journal 1877.

Turmalin. In den Quarzitschiefern des Spessarts fand ich viele kleine, braune Turmaline, welche reichlich schwarze Körnchen, Magneteisen oder Graphit, einschliessen. Die kleinen, meist sehr reichlich vorhandenen Turmaline des Spessarter Staurolith-Gneisses zeigen ohne Ausnahme in ihrer Mitte einen manchmal die Hälfte der Krystalle einnehmenden rundlichen Kern, welcher sich von der sonst klaren Masse nur durch eine leichte Trübung unterscheidet. Während aber der Turmalin sonst frei ist von Einschlüssen, enthält dieser Kern fast immer solche. Es sind dies farblose, theils rundliche, theils die äussere Form der Turmaline nachahmende, schwächer oder stärker lichtbrechende Körnchen und Kryställchen, welche meist parallel der Hauptaxe eingelagert sind und zum Theil dem Apatit oder Quarz, zum Theil dem Zirkon zugehören dürften. Ausser diesen findet man in dem Kern dieser Turmaline häufig noch kleine Körnchen von Magneteisen. Rutil habe ich in einem Turmalinkrystall aus einem Kohlensandstein von Asbignon im Canton Wallis in einem 0,06 mm langen Säulchen beobachtet.

Ausser in den obengenannten Gesteinen habe ich den Turmalin auch in mehreren Eruptivgesteinen gefunden, in denen er jedoch im Ganzen selten zu sein scheint. So fand ich ihn im Schutt der Aschaffite des Spessarts s., des Quarzporphyrs von Wagenberg bei Weinheim [1]) n. s., desselben Gesteins von Sailauf im Spessart h., des Dolerits vom Hopfenberg bei Schwarzenfels s. und des Basalts von Hasselbach bei Weilburg und vom Kreuzberg s., überall in braunen, im Dolerit von Schwarzenfels auch in blauen Säulchen, an denen ich nur im Porphyr von Sailauf eine deutliche Endigung durch Rhomboëderflächen beobachten konnte.

In den Sedimentärgesteinen findet sich der Turmalin meist mehr oder weniger abgerollt, nicht selten aber auch in ganz scharfen, an beiden Enden ausgebildeten Krystallen, an denen aber nur selten Hemimorphismus zu beobachten ist. Gewöhnlich findet man ihn hier von sehr abweichendem Habitus und verschiedener Farbe nebeneinander, was auf die Abstammung des Sedimentärgesteins aus mehreren krystallinischen Gesteinen schliessen lässt. Bis jetzt war der Turmalin als Bestandtheil der Sedimentärgesteine nur aus Sandsteinen und Sanden bekannt;

1) Von hier wird er bereits von *Cohen* angegeben.

ich fand ihn aber auch in den Kalksteinen und Mergeln fast ebenso verbreitet wie den Zirkon, so z. B. in fast allen Kalksteinen und Mergeln der Trias bei Würzburg, in der weissen Schreibekreide der Champagne und selbst noch im lithographischen Schiefer von Solenhofen in einem 0,025 mm langen und 0,013 mm breiten Säulchen.

Der Turmalin ist in den Eruptivgesteinen, Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Phylliten und Thonschiefern jedenfalls bei der Bildung dieser Gesteine entstanden und nur die Vorkommnisse auf Klüften und in Drusen derselben sind später und vielleicht aus der Zersetzung der ersteren hervorgegangen. Auch im Cipollin von Saillon im Canton Wallis habe ich den Turmalin von so übereinstimmender Form und Farbe gefunden, dass ich ihn als Neubildung in diesem Gestein betrachte. Dagegen kann ich ihn in den nichtkrystallinischen Sedimentärgesteinen nicht für neugebildet halten, wie dies von *Wichmann*[1]) geschieht, da er in diesen meist stark abgerollt ist.

6. Granat.

Der Granat ist in den krystallinischen Gesteinen, besonders in den Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern und den diesen eingelagerten Gesteinen, sowie in vielen Eruptivgesteinen sehr verbreitet. In den letzteren habe ich ihn öfters gefunden, so z. B. im Prophyr von Sailauf und vom Wagenberg bei Weinheim, im Doleritschutt von Schwarzenfels und im Basalt vom Dammersfeld in der Rhön und von Hasselbach bei Weilburg. In den Sedimentärgesteinen ist er ebenso verbreitet wie der Turmalin, doch wechselt seine Menge ähnlich wie in den krystallinischen Gesteinen sehr beträchtlich; bald ist er nur in Spuren, bald in grosser Menge vorhanden. Er bildet stets farblose bis blassrothe, selten stärker gefärbte Körnchen, welche auch in den Sedimentärgesteinen sehr häufig noch scharfe Krystallflächen zeigen. Er schliesst öfters Quarz und an manchen Vorkommnissen (auch in den Sedimentärgesteinen) reichlich Rutil, seltener Zirkon ein. In den nichtkrystallinischen Sedimentärgesteinen ist er jedenfalls eingeschwemmt.

---

[1]) *Wichmann*, N. Jahrb. f. Min. 1880. II. S. 294; ferner in „Sammlungen des geologischen Reichs-Museums in Leyden“, Bd. II. 1884. S. 83.

7. Staurolith.

Der Staurolith ist unter dem Mikroskop mit honigbrauner Farbe durchsichtig, zeigt starken Pleochroismus und im polarisirten Lichte vorwiegend blaue und rothbraune Interferenzfarben. Von Salzsäure wird er gar nicht und von Flusssäure, wenn er nicht als sehr feines Pulver vorliegt, fast ebensowenig angegriffen, so dass er sich aus den Schlämmrückständen zusammen mit Zirkon und Rutil leicht isoliren lässt. Der Staurolith findet sich in den krystallinischen Gesteinen weit weniger verbreitet, als Turmalin und Granat. Als Bestandtheil eines Pegmatits wurde er bis jetzt nur von *Brush* und *Dana* von Branchville in Connecticut angegeben. Ich fand ihn aber auch in dem Schutt des Granits von Steinbach bei Fürth im Odenwald, von der Windeck bei Weinheim und von Görlitz, an allen drei Orten aber nur als Seltenheit. Das Hauptverbreitungsgebiet des Stauroliths sind die oberen zweiglimmerigen schiefrigen Gneisse und Glimmerschiefer, in denen er, wie z. B. im Spessart, oft in grosser Menge enthalten ist. Da er den Härtegrad 7—7,5 besitzt und gegen die Atmosphärilien ziemlich widerstandsfähig ist [1]), so ist auch seine weite Verbreitung in den Sedimentärgesteinen möglich, in denen er bisher noch gar nicht nachgewiesen worden war. Die Verbreitung in den Sedimentärgesteinen ist jedoch sehr eigenthümlich, denn da der Staurolith in vielen Urgebirgsgebieten gänzlich fehlt, in anderen sehr häufig ist, so muss er auch in den daraus entstan-

---

[1]) Ich habe bei Glattbach im Spessart die Krystalle des Stauroliths öfters in eine weisse bis hellgraue, weiche Masse verwandelt gefunden, welche vor dem Löthrohr leicht zu einem weissen blasigen Glase schmilzt und wesentlich aus Kali, Thonerde, Kieselsäure, Wasser und etwas Eisen besteht, also ein Pinitoid-Körper ist. Ein anderer Theil der Krystalle zeigte sich in ein Haufwerk kleiner weisser Kaliglimmerblättchen verwandelt, wie dies in ähnlicher Weise bereits von *Pichler* (N. Jahrb. f. Min. 1871. S. 55.) in Tyrol beobachtet worden ist. Die Umwandlung geht von Sprüngen oder von einem Ende der Krystalle aus und findet sich in allen Stadien vor. Es wird also wesentlich das Eisen, dessen Ueberreste die Masse oft noch rothbraun färben, ausgelaugt und Wasser und Kali — aus verwittertem Feldspathe — zugeführt. Auf den Klüften und Sprüngen des Spessarter Stauroliths habe ich ferner sehr häufig kleine gelbbraune, wasserhaltige Glimmerblättchen beobachtet, die ebenfalls aus dem Staurolith zu entstehen scheinen, wie dies von *Rosenbusch* (Mikroskop. Physiogr. d. Min. S. 251) auf mikroskopischem Wege bereits gefunden wurde.

denen Sedimentärgesteinen bald sehr häufig sein, bald gänzlich fehlen. Das ist denn auch wirklich der Fall, und ist der Staurolith mehr als irgend ein anderes Mineral geeignet, einen Schluss auf die Abstammung eines Sedimentärgesteines zu gestatten.

Bis jetzt fand ich den Staurolith in den Sedimentärgesteinen nur in kleinen rundlichen, selten bis 0,5 mm grossen Körnern, die auch im Staurolith-Gneiss des Spessarts sehr häufig sind, während die Krystalle in ihrer Grösse selten bis auf 0,1—0 3 mm herabsinken. Auch in den Sedimentärgesteinen zeigt er noch häufig Einschlüsse von Quarz und Magneteisen.

Besonders häufig fand ich den Staurolith in dem bekannten Kreidetuff von Mastricht, sowie in den Tertiärgesteinen des Pariser Beckens, nämlich im Grobkalk von Vaugirard und im untereocänen Meeressand von Châlons sur Vesle, selten im Meeressand von Bergh in Belgien. Sehr reichlich ist er in den Gesteinen der süddeutsch-schweizerischen Molasse enthalten. So fand ich ihn besonders häufig im Kalk mit Carinifex multiformis von Steinheim, in dem grünlichgrauen Sandstein der mittleren Kirchberger Schichten von Hüttisheim, in der kalkigen und grobsandigen Meeresmolasse von Zimmerholz bei Engen und nicht selten in dem Molassesandstein mit Pecten solarium von St. Gallen. Seltener ist er schon in der oberen sandigen Süsswassermolasse des Cantons Freiburg, sowie im Kalk des Valanginien von St. Croix. Es ist daher eine Strömung aus den Alpen zur Zeit der Bildung dieser Gesteine sehr wahrscheinlich.[1]) — Sehr häufig fand ich ihn wieder in bis 0,5 mm grossen Körnern eines grobsandigen kalkigen tertiären Sandsteins von Figanières in Dep. Var und in einem Steinkern einer grossen Helix von Aix, in beiden Fällen begleitet von sehr viel Granat.

In allen übrigen von mir untersuchten Sedimentärgesteinen hat sich der Staurolith bis jetzt nur in geringer Menge nachweisen lassen; doch ergaben sich auch hieraus schon sehr interessante Resultate. So fand ich ihn, wenn auch selten bis sehr selten, in fast allen Sedimentärgesteinen Schlesiens, im Zechstein. Buntsandstein, Muschelkalk und gar nicht so selten in fast allen untersuchten Kreidesandsteinen. Sehr interessant ist seine Verbreitung in Franken. Er fehlt nämlich in den Leberschiefern,

---

[1]) Vergl. *Sandberger* Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt S. 359 u. a. a. O.

im Buntsandstein und im Röth ebenso wie im Buntsandstein des Schwarzwalds und Odenwalds vollständig, tritt aber schon im Muschelkalk in allen Bänken auf, welche wieder reichlicher eingeschwemmtes Material enthalten, wie z. B. die Mergel mit Myophoria orbicularis und die Schieferthone in der Region der Myoph. vulgaris und in der des Ceratites nodosus. In der Lettenkohlengruppe ist er sehr verbreitet; selten im blauen Dolomit, in den Schieferthonen und im weissgrauen Anoplophoraschiefer, gar nicht selten aber in dem schwach sandigen Glaukonitkalk, sowie im Anoplophora und Lettenkohlenhauptsandstein. Im unteren und mittleren Keuper habe ich ihn dagegen nicht gefunden, auch im Schilfsandstein nicht; dagegen ist er nicht selten im Semionotus- und Stubensandstein, fehlt aber wieder gänzlich im Infraliassandstein. Im Sandstein des braunen Jura von Treuchtlingen ist er aber wieder deutlich enthalten. Es scheint also die Richtung der Strömungen, welche den Schutt älterer Gesteine in die der Trias und des Jura brachten, während dieser Periode eine recht verschiedene gewesen zu sein, wie dies auch schon aus anderen Gründen wahrscheinlich geworden ist. Auch die Verbreitung des Stauroliths in den pleistocänen und alluvialen Mainsanden ist von hohem Interesse Er ist nämlich in allen Mainsanden selten, welche oberhalb Aschaffenburg liegen. Von dieser Stadt an abwärts wird er aber durch Einschwemmungen aus dem an Staurolith reichen Urgebirge des Spessarts überall häufig, so dass ich ihn in den Sanden von Seligenstadt, Steinheim, Offenbach und Mosbach in verhältnissmässig grosser Menge gefunden habe. Auch der Löss zeigt dasselbe Verhalten; bei Würzburg enthält er nur Spuren, bei Hörstein und Wasserlos ziemlich beträchtliche Mengen von Staurolith. Auch der Turmalin scheint in den Sanden unterhalb Aschaffenburg etwas reichlicher vorhanden zu sein, während Zirkon, Rutil und Granat eine Aenderung ihrer relativen Menge nicht bemerken lassen. Ganz ähnlich den Mainsanden verhalten sich die Sande der Kinzig, die hauptsächlich aus Buntsandstein entstehen und deshalb oberhalb Gelnhausen keinen Staurolith führen. Die Nähe des Spessarter Urgebirges scheint endlich auch die Ursache des Vorkommens von Staurolith in den Tertiärgesteinen des Mainzer Beckens zu sein. So fand ich ihn nicht selten im Septarienthon von Flörsheim, selten dagegen im Landschnecken- und Cerithienkalk von Hochheim und im Hydrobienkalk von Bieber bei Frankfurt und Wiesbaden.

Als ein entfernteres Vorkommen kann ich das im Wüstensand der Saharah anführen, in welchem der Staurolith gar nicht selten ist.

Interessant ist ferner noch das Vorkommen seltener Staurolithkörnchen im Basalt von Naurod bei Wiesbaden, der durch seinen Reichthum an eingeschlossenen Urgebirgs-Gesteinen und Mineralien so bekannt geworden ist.[1] Ich fand sie darin beim Zersetzen des Gesteins mit Salzsäure und Flusssäure in Begleitung von Picotit und seltenen Körnchen von Zirkon.

8. Glaukophan.

Den Glaukophan habe ich nur einigemale und stets als grosse Seltenheit beobachtet, nämlich im Schutt des Quarzporphyrs von Sailauf, des Granits von Görlitz und von Steinbach bei Fürth im Odenwald und im Staurolith-Gneiss von Steinbach bei Aschaffenburg; ferner im Turon-Mergel vom Hospitalberg bei Löwenberg und im Septarienthon von Flörsheim bei Frankfurt a/M. Sein starker Pleochroismus mit blauen und violeten Farben, seine säulenförmige Ausbildung und oft deutliche prismatische Spaltbarkeit lassen ihn leicht und sicher erkennen.

9. Picotit.

Das Vorkommen dieses Minerals in den Sedimentärgesteinen hat mich in hohem Grade überrascht, da es als Primitivgebilde nur auf wenige krystallinische Gesteine beschränkt zu sein scheint. In diesen findet es sich hauptsächlich in zwei Formen, nämlich theils in rundlichen Körnern und selteneren Krystallen, welche, wenn sie nicht zu dick sind, unter dem Mikroskop mit brauner Farbe durchscheinen, und theils in schwarzen Octaëdern, welche selbst an den dünnsten Stellen undurchsichtig bleiben. In der ersteren Form findet er sich besonders häufig in dem dem Urgebirge eingelagerten Olivinfels und in den Basalten; in der anderen fand ich ihn im Palaeopikrit von Wallenfels bei Dillenburg[2] und in einem zersetzten Melaphyr von Treisa bei Darmstadt. Der Picotit ist leicht kenntlich durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Flusssäure, seinen hohen Chromgehalt und bei

[1] *Sandberger*. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883, S. 32 ff.

[2] *Sandberger*. N. Jahrb. f. Min. 1866. S. 393.

der braundurchsichtigen Form durch einfache Lichtbrechung. In den Sedimentärgesteinen fand ich ihn bis jetzt nur in letzterer Form.

In sehr grosser Menge fand ich den Picotit bis jetzt nur in einem kalkigen feinkörnigen grünlichgrauen Sandstein der Gosau-Schichten vom Mattekopf bei Imst in Tyrol in Begleitung von Zirkon, Rutil, Granat und seltenem Staurolith, so dass er sich mit Säuren leicht isoliren und in der Perle auf Chrom prüfen liess. Häufig fand ich ihn ferner in einem sandigen Septarienthon von Flörsheim, aus dem ich ihn ebenfalls isoliren und untersuchen konnte; seltener ist er dagegen im gewöhnlichen Septarienthon dieses Ortes. Höchst merkwürdig aber ist sein Vorkommen in der Lettenkohlengruppe bei Würzburg, in der er, wenn auch selten, in allen Bänken enthalten ist. Ich vermochte ihn hier nicht mehr zu isoliren, da seine Menge zu gering ist, aber die braune Farbe, die einfache Lichtbrechung und seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Flusssäure schienen mir genügend sichere Merkmale. Sonst habe ich ihn bis jetzt nicht weiter verbreitet gefunden.

10. Spinell.

Denselben fand ich in grünblauen und farblosen Octaëdern beim Auflösen und Schlämmen der körnigen Kalke von Schweinheim, Gailbach und Grünmorsbach im Spessart, begleitet von viel Phlogopit, etwas Zirkon und Rutil. In Sedimentärgesteinen habe ich ihn niemals gesehen. Dagegen fand ich im Phonolithtuff von Schackau in der Rhön ziemlich häufig durchsichtige, gelbe bis orangegelbe, stark lichtbrechende, scharf ausgebildete Octaëder, welche das Licht einfach brechen und in Säuren, auch in Flusssäure, unlöslich sind. Sie gehören einem Spinellkörper an, welchen Herr Prof. *Sandberger* als Rubicell[1]) bestimmte.

11. Magnetit.

Derselbe fehlt wohl in fast keinem krystallinischen Gesteine und ist auch in den meisten Sedimentärgesteinen enthalten, in denen er nicht selten noch scharfe Octaëder zeigt. In einigen Fällen habe ich ihn isolirt und Titansäure darin gefunden.

1) *Dana*, System of Mineralogy V[the] edition S. 147.

12. Zinnstein.

Derselbe findet sich in kaffeebraunen Körnern und Krystallen reichlich im Schutt des Lithionitgranites von Eibenstock in Sachsen und im Schutt desselben Gesteins am Rudolfstein und an der Farnleite bei Wunsiedel im Fichtelgebirge. In vielen schlesischen Sedimentärgesteinen, z. B. im Rothliegenden, im Muschelkalk und in den Kreide-Mergeln und -Sandsteinen der Gegend von Löwenberg, fand ich neben dem typischen Rutil von gelbbrauner und rothbrauner Farbe auch Körnchen und Krystalle, welche sich durch kaffeebraune Färbung und stärkeren Pleochroismus von diesem unterscheiden und dem Zinnstein ähnlicher sehen. Auch im Mainsand von Würzburg fand ich solche stark lichtbrechende braune Körnchen. Allein es gelang mir nicht, in dem Schlämmrückstande, in welchem diese Körnchen enthalten waren, auf chemischem Wege Zinn nachzuweisen, so dass ich sie nicht sicher als Zinnstein zu deuten vermag.

13. Apatit.

Apatit scheint in jedem krystallinischen Gesteine vorzukommen und ist auch in den Sedimentärgesteinen in rundlichen Körnern sowie abgerundeten Krystallen sehr verbreitet und besonders in solchen häufig, welche nicht sehr weit von ihrem Ursprungsorte entfernt liegen, wie z. B. Roth- und Weissliegendes. Aber auch in den pleistocänen und alluvialen Mainsanden und im Löss habe ich ihn mikroskopisch noch deutlich nachweisen können. Er ist leicht kenntlich an seinem Polarisationsverhalten und seiner Löslichkeit in verdünnten Säuren.

14. Axinit.

Dieses Mineral fand ich im Schutt des Granits von Görlitz [1]) in einem kleinen, stark lichtbrechenden, hell violeten, kaum pleochroitischen Krystall, welcher sehr scharfe Krystallflächen zeigte. Dieselben wären nach *Schrauf*'scher Aufstellung etwa zu deuten als $r = {}'P$, vorherrschend, $p = 0P$, $u = P'$, ziemlich stark entwickelt, und $l = \frac{1}{2}P'$, $v = \infty P'$, $z = 2'P$ und $x = \frac{1}{3}{}'P$, welche untergeordnet auftreten.

---

1) Derselbe wurde von Hrn. Dr. *Zeitzschel* gesammelt und an Hrn. Prof. *Sandberger* gesendet.

15. Kaliglimmer.

Da bereits oben der weiten Verbreitung des Glimmers gedacht wurde, so möchte es auffallend scheinen, dass ich ihn hier noch speciell anführe. Es rührt dies daher, dass er auch in einer Form auftritt, an der die Natur des Glimmers nicht sofort erkennbar ist. Es sind dies nämlich hellgelbe, schwach pleochroitische, stark lichtbrechende Körnchen oder abgerundete Kryställchen von regelmässig rhombischer oder sechseckiger Gestalt, welche meist etwas tafelförmig entwickelt und klar, seltener trübe, aber öfters rissig sind. Dieselben hat, wie es scheint, auch *Klemm*[1]) beobachtet und als Titanit gedeutet, wofür auch ich sie zuerst gehalten habe. Allein es ist mir trotz mehrerer Versuche nicht gelungen, darin Titansäure nachzuweisen, wohl aber fand ich Kali, Thonerde und Kieselsäure. Auch das Polarisationsverhalten weicht sehr von dem des Titanits ab, stimmt aber sehr gut mit dem des Kaliglimmers überein, mit welchem diese Körnchen wohl zu identificiren sind. Auch die sehr vollkommene basische Spaltbarkeit spricht für Glimmer.

Es findet sich diese Form des Kaliglimmers im Schutt der meisten krystallinischen Urgebirgsgesteine und auch der Porphyre, ferner in fast allen Sandsteinen und auch noch in den Mergeln und Kalksteinen, in diesen aber nicht neugebildet, sondern auf secundärer Lagerstätte.

16.

Ausser diesen hellgelben Körnchen von Kaliglimmer findet man im Schutt der Granite und Gneisse, oft ziemlich reichlich vorhanden, gelbe Körner, welche stets muschelige Flächen, niemals Krystallform besitzen, viele Ecken zeigen und das Licht einfach brechen. Sie werden von Salzsäure nicht, von Flusssäure ziemlich stark angegriffen. Welchem Minerale sie angehören, vermag ich nicht zu sagen. Man findet auf den Klüften der krystallinischen Gesteine zwar häufig gelben und orangegelben Granat, mit dem sie einige Aehnlichkeit haben, aber sie zeigen niemals Krystallflächen, wie es bei diesem der Fall ist. Ich fand diese gelben Körnchen auch als Seltenheit in den Sedimentärgesteinen, z. B. in den Mergeln mit Myophoria vulgaris und in denen mit Ceratites nodosus, in den Ostracodenthonen und im Lettenkohlensandstein von Würzburg.

---

1) *Klemm.* Ueber psammitische Gesteine, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1882. S. 780.

II. Theil.

Beschreibung der einzelnen Vorkommnisse des Anatases und Brookits.

Wie schon früher erwähnt, sind die beiden Mineralien in den Gesteinen, in welchen sie vorkommen, theils neu gebildet worden, theils stammen sie aus anderen Gesteinen und wurden durch fliessendes Wasser an ihren jetzigen Ort gebracht. Man kann die Vorkommen der beiden Mineralien deshalb eintheilen in solche, welche sie auf primärer, und in solche, welche sie auf secundärer Lagerstätte enthalten. Das meiste Interesse bieten natürlich die ersteren, da sie die Mineralien meist schön erhalten zeigen und die chemischen Vorgänge in den Gesteinen am besten erkennen lassen. Da ferner der Anatas auf primärer Lagerstätte viel verbreiteter ist als der Brookit und sich in verschiedenen Typen entwickelt zeigt, so habe ich bei der Schilderung seiner Vorkommen dieselben auch nach diesen Typen getrennt, den Brookit dagegen, soweit er mit dem Anatas zusammen vorkommt, bei diesem besprochen und nur die Vorkommen, welche nur neu gebildeten Brookit enthalten, wieder in eine Gruppe zusammengestellt. In allen den Fällen dagegen, wo ich über die Neubildung der beiden Mineralien im Zweifel war, habe ich das betreffende Vorkommen zu denen gestellt, welche sie auf secundärer Lagerstätte enthalten.

A. Vorkommen von Anatas und Brookit auf primärer Lagerstätte.

I. Vorkommen der Anatase vom Typus P.0P.

Granite.

Von den von mir untersuchten 18 Granitschuttproben enthielten 13 Anatase dieses Typus.

1. Granit von Steinbach bei Fürth im Odenwald: Anatas n. s., theils rein P ohne 0P in hellgelben bis gelbbraunen Krystallen, theils in dünneren oder dickeren Tafeln 0P.P, bis 0,15 mm gross; Brookit s., dünne, stark gestreifte Tafeln mit $\infty\bar{P}\infty$, $\breve{P}2$, ∞P, selten $2\breve{P}\infty$, gelb, bis 0,15 mm gross; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Magnetit hh.; Apatit hh.; Granat n. s.; Epidot s.; Staurolith n. s.

2. Granit von der Windeck bei Weinheim: Anatas s., farblose, hellgelbe und hellblaue dünne Tafeln; Brookit ss., schlecht erhalten; Zirkon hh.; Rutil n. s.; Turmalin s.; Staurolith s.; Granat n. s.; Epidot s.; Apatit h.
3. Granit von Ilmenau: Anatas ss., dünne, farblose und hellgelbe, nur bis 0,07mm grosse Tafeln; Zirkon hh., ∞P∞, ∞P, P vorherrschend, meist kurz säulenförmig, stark zonal gestreift; Magnetit h.; Granat h.; Titanit h.; Apatit hh.
4. Regengranit von Wörth: Anatas n. s., dünne und dickere Tafeln, farblos, hellgelb und hellblau; Zirkon hh., meist ∞P∞.3P3.P; Apatit hh.
5. Lithionitgranit von Eibenstock in Sachsen: Anatas s., dünne hellgelbe, bis 0,15 mm grosse Tafeln; Zirkon h., meist abgerundet; Zinnstein hh., schöne Krystalle mit ∞P, ∞P∞, P und P∞, Zwillinge parallel P∞ häufig; Topas hh.; Turmalin s., braun und blau; Hornblende s.; Magnetit h.; Apatit h.; Flussspath oft hh.
6. Granit vom Rudolfstein im Fichtelgebirge: Anatas s., trübe hellbraune Tafeln, voll Risse und Sprünge; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Apatit h.; Bergkrystalle h.
7. Granit von Görlitz: Anatas n. s., hellgelbe und hellblaue, dünne oder dickere Tafeln, oder auch sehr seltene kleine Krystalle des Typus $\frac{1}{m}$P∞.P; Zirkon hh., gewöhnlich ∞P∞.∞P.P, selten mit 3P3.; Rutil h.; Granat h.; Turmalin s.; Axinit ss.; Zinnstein s. (?).
8. Granit vom Holdersbachthal bei Schapbach im Schwarzwald: Anatas s., dicke gelbe Tafeln; Zirkon h., vorwiegend ∞P∞.P mit untergeordnetem ∞P und 3P3; Rutil s.; Hornblende h.; Granat h.; Apatit h.
9. Granit von der ersten Schwellung bei Reichenbach.
10. Granit vom untern Reichenbachthal und
11. Granit zwischen Klösterle und Wasserfall, alle drei aus dem gleichen Granitgebiet der Umgegend von Rippoldsau im Schwarzwald, zeigen auch im Vorkommen des Anatases und Brookits grosse Uebereinstimmung. Anatas h., vorwiegend in hellgelben bis orangegelben, aber auch blauen bis 0,20 mm grossen Pyramiden, welche nur selten eine Abstumpfung durch 0P zeigen, selten in hellgelben bis braunen dünnen Tafeln; Brookit h., besonders häufig bei

der ersten Schwellung bei Reichenbach, bildet dünne und dickere gelbe Tafeln mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $\breve{P}2$, seltener mit $0P$ und $2\breve{P}\infty$, aber diese dann auch stark entwickelt. Es ist dies eines der schönsten Brookitvorkommen, zumal die meist sehr scharf ausgebildeten Tafeln bis 0,27 mm gross werden. Fig. 23 zeigt einen Krystall aus dem Granitschutt vom Klösterle, 0,16 mm gross. Zirkon hh. in schönen, scharfen Krystallen; Rutil meist h.; Turmalin n. s. bis h.; Apatit h.

12. Granitschutt vom Burgfelsen bei Wittichen: Anatas h., vorwiegend in farblosen bis grünblauen Tafeln mit untergeordnetem $P\infty$, selten als rein blassgelbe, bis 0,15 mm grosse Pyramiden; Brookit ss., ein schöner, innen fast farbloser, gegen $0P$ zu hellgrüner Krystall der Form $\infty\bar{P}\infty$, ∞P mit stark entwickeltem $0P$ und untergeordnetem $2\breve{P}\infty$; Zirkon hh. bis 0,35 mm. gross; Rutil n. s.; Turmalin s.; Apatit s.

13. Feinkörniger Ganggranit von der Heimenhöhe an der Kniebisstrasse bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas s., dicke grünblaue Tafeln; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. s.

Gneisse und Glimmerschiefer.

Von diesen wurden hauptsächlich die Gesteine des Spessarts, sowie mehrere Gneisse des Schwarzwalds und des Fichtelgebirges untersucht, aber nur in den ersteren wurde Anatas beobachtet, in 6 verschiedenen Gneissschuttproben aus der Gegend von Wunsiedel dagegen kein Anatas gefunden.

14. Schiefriger Gneiss von Schapbach im Schwarzwald, nahe dem Gasthaus zum Ochsen: Anatas n. s., theils farblose, bis 0,15mm grosse Tafeln der Form $0P.P$, theils gelbe, bis 0,1 mm grosse Krystalle $\frac{1}{m}P\infty . P$, öfters mit $P\infty$; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil n. s.; Granat s.; Staurolith s.; Magnetit hh.

15. Körniger Gneiss vom Pavillon bei Wolfach: Anatas n. s., dicke, gelbe bis orangegelbe Tafeln oder abgestumpfte Pyramiden, untergeordnet mit $P\infty$; Zirkon hh.; Rutil n. s.; Granat hh., sehr oft mit Einschlüssen von Rutil.

16. Feinkörniger Gneiss gegenüber der Kirche von Rippoldsau: Anatas s., farblose und blaue Tafeln, auch mit P∞; Brookit ss., eine 0,7 mm grosse gelbe Tafel mit ∞P̄∞, ∞P und P̆2; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil hh.; Granat h.
17. Grobschiefriger, glimmerreicher Gneiss von Reichenbach bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas ss., blassgelbe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat h.
18. Hornblendegneiss von Ahlersbach im Odenwald, Ausschwemmungen mit Magneteisen: Anatas ss., blassgelbe Tafeln; Zirkon hh., meist ∞P. P. 3P3, fast stets concentrisch gestreift; Rutil s.; Titanit h.
19. Gneiss vom Binnenthal in der Schweiz. Hier habe ich versucht, in ähnlicher Weise. wie dies *Diller* am Schalstein des Feilitzschholzes bei Hof gelungen ist, auch den Anatas noch in dem zersetzten Gestein nachzuweisen, auf dessen Klüften er so häufig ist. Ich fand ihn aber nur in wenigen Kryställchen, begleitet von Zirkon hh., Rutil hh. und Titanit hh.

Spessart-Gesteine.

In den krystallinischen Schiefergesteinen des Spessarts habe ich den Anatas bis jetzt nur in Krystallen des ersten Typus gefunden. Der Brookit kommt neben diesem nur in der nördlichen Zone vor.

20. Im Schutt des Glimmerdiorits der südlichen Zone findet man den Anatas fast an jedem Orte und wohl in den meisten Fällen aus Titanit entstanden, da dieser im Gestein sehr häufig, in dem starkverwitterten Schutt dagegen selten ist. Am reichlichsten fand ich ihn bei Soden in meist sehr verzerrten trüben hellbraunen und blaugrauen, bis 0.15 mm grossen Tafeln, selten in klaren scharfen Krystallen. Seltener, aber besser erhalten fand ich ihn bei Oberbessenbach, Gailbach und Keilberg. Der Glimmerdiorit enthält ausserdem überall Zirkon hh., in bis 0,4 mm grossen, abgerundeten und scharfausgebildeten Krystallen der Form ∞P.P. ∞P∞. 3P3 mit starker zonaler Streifung; Apatit hh.; Titanit hh.; Orthit hh.; Rutil ss. oder fehlend.
21. Körniger Gneiss vom Kirschlingsgraben bei Oberbessenbach: Anatas ss., blassgelbe Tafel; Zirkon hh.; Rutil s.

22. In einer Pinitoidmasse am Rand des körnigen Kalks von Gailbach fand ich nach dem Zersetzen desselben mit Salzsäure und Schlämmen den Anatas hh. in 0,01—0,1 mm grossen, dünnen, farblosen, stark verzerrten Tafeln (Fig. 13), begleitet von vielen kleinen runden Zirkonkörnern.

23. In dem zersetzten, schwarzglimmerigen, körnigstreifigen Gneiss der Haibacher Zone fand ich den Anatas in 2 von 6 untersuchten Proben, nämlich am Haibacher Kreuz in seltenen hellgelben, und bei der Eckertsmühle bei Schweinheim in ebenfalls seltenen hellbraunen Tafeln. Dieser Gneiss enthielt überall Zirkon hh. der Form ∞P∞.P mit untergeordnetem ∞P.3P3 (Fig. 3) und feiner concentrischer Streifung; Rutil h., s. oder ganz fehlend; Granat, an einzelnen Orten h.; Magnetit hh.; Apatit h. bis hh.; Turmalin s.

24. In den zweiglimmerigen körnigflaserigen Gneissen der Goldbacher Zone fand ich den Anatas sehr häufig in einem aus diesem Gesteine entstandenen Lehm bei Hösbach. Er bildet darin meist ziemlich dicke, klare, hellgelbe, gelbe, gelbbraune, hellblaue und grünblaue, 0,05—0,20 mm grosse Tafeln. Das Gestein enthält ferner Zirkon hh., ∞P∞ . P, aber meist abgerundet; Rutil h.; Staurolith s.; Turmalin s. oder fehlend; Magnetit hh.; Apatit h.; Epidot oft hh.

25. Die nächste Gneisszone des Spessarts, der zweiglimmerige glimmerreiche Gneiss, den man wegen seines nie fehlenden grossen Staurolithgehaltes zweckmässig als Staurolith-Gneiss bezeichnen kann, enthält in seinem Schutt den Anatas schon viel seltener; ich fand ihn nur in 8 von 49 untersuchten Proben. Am schönsten erhielt ich ihn beim Schlämmen eines etwas feldspathreichen, stark zersetzten Gneisses aus dem Hohlwege hinter der Kirche von Glattbach, begleitet von neugebildeten Bergkrystallen. Die tafelförmigen Krystalle sind hier bei einer Grösse bis zu 0,3 mm völlig klar, farblos und sehr regelmässig rechteckig ausgebildet und zeigen ausser vorherrschendem 0P und P noch öfters die Flächen von P∞, $\frac{1}{m}$P und $\frac{1}{m}$P∞. Ein zweites, schönes Vorkommen liegt in einer aus einer Feldspathlinse dieses Gneisses entstandenen Pinitoidmasse und zeigt himmelblaue, bis 0,2 mm grosse Tafeln, welche durch eine sehr starke Combinationsstreifung auf P und 0P

meist etwas abgerundet erscheinen, aber hie und da doch noch die Flächen $P\infty$ und $\frac{1}{m}P$ erkennen lassen. Der Staurolithgneiss enthält fast überall Zirkon hh., fast stets abgerundet und selten über 0,2 mm gross; Rutil hh., selten fehlend, aber oft über den Zirkon vorherrschend; Staurolith hh., in bis 3 cm grossen Krystallen mit grossem Quarzgehalt, stets die Form $\infty P . \bar{P}\infty . \infty \breve{P}\infty . 0P$ zeigend, nicht selten in schiefen Zwillingen nach $\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$, sehr selten in kreuzförmigen Zwillingen; Turmalin hh.; Granat oft hh.; Magnet- und Titaneisen hh.; Apatit h.

26. Im Gebiete des Quarzit- und Glimmerschiefers fand ich den Anatas in 6 von 12 untersuchten Proben.

Quarzitglimmerschiefer von der Stempelhöhe bei Hemsbach: Anatas s., gelbe Tafeln oder Pyramiden; Brookit s., blassbraune, schlecht erhaltene, meist unregelmässig umrandete Tafeln.

Weinbergsboden von Hörstein, aus Quarzitschiefer und Glimmerschiefer entstanden: Anatas hh., farblose bis gelbe, dünnere und dickere Tafeln.

Quarzitglimmerschiefer vom Angelsberg bei Hemsbach: Anatas s., gelbbraune, meist zerbrochene Tafeln.

Quarzitschiefer vom Molkenberg: Anatas s., farblose Tafeln; Brookit n. s., farblose bis hellgelbe, unregelmässig umrandete Tafeln.

Quarzitchromglimmerschiefer von Huckelheim, festes Gestein: Anatas ss., blassbraune Tafeln; Brookit h., bis 0,08 mm grosse Tafeln, gelb, oft ausser $\infty\bar{P}\infty$ noch $\breve{P}2$ und ∞P zeigend, sonst wenig schön.

Glimmerschiefer von Omersbach: Anatas ss., eine kleine schwach braune Tafel.

Die Quarzitschiefer und Quarzitglimmerschiefer enthalten ausserdem: Zirkon hh., fast stets nur runde Körner; Rutil hh.; Turmalin h., meist braun; Granat hh.; Staurolith oft noch h.; Magnetit hh.; Apatit meist s. Auffallend ist das reichliche und häufige Vorkommen des Brookits im Schutt und Lehm des Quarzitglimmerschiefers, da er sonst im Urgebirge des Spessarts fehlt.

27. Im jüngsten, nördlichsten Gneiss des Spessarts fand ich den Anatas nur in einer von 4 untersuchten Proben, näm-

lich im Schutt eines Graphit führenden Gneisses von Lützelhausen bei Gelnhausen in wenigen gelben bis gelbbraunen Tafeln. Diese jüngsten Gneisse enthalten ausserdem meist viel Granat und Apatit, Zirkon meist häufig, Rutil selten, während Staurolith und Turmalin zu fehlen scheinen.

Silurische Gesteine.

28. Fucoidensandstein mit Eophyton Linnaeanum von Westgothland, fester hellgrauer, feinkörniger Sandstein: Anatas h., schöne farblose bis blassgelbe Tafeln, hie und da mit $\frac{1}{m}$P, bis 0,11mm gross; Zirkon hh., immer abgerundet; Rutil h., Turmalin h., Staurolith s., Bergkrystalle h.

Gesteine der Kohlenformation.

29. Grauwacke von Ziegelkrug bei Clausthal, brauner, feldspathreicher, feinkörniger Sandstein mit kleinen Geröllen: Anatas n. s., blassgelbe bis stark gelb gefärbte, dünne und dickere Tafeln; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil s.; Turmalin s.; Kaliglimmer s.
30. Kohlensandstein von Flöha bei Chemnitz, hellgrauer, glimmer- und feldspathreicher Sandstein: Anatas n. s., dünne, oft mit einander verwachsene blassgelbe Tafeln, die Fläche 0P oft mit Combinationsstreifen parallel P; Zirkon h.; Rutil hh., bis 0,5 mm gross, nicht selten in guten Krystallen der Form ∞P.P mit untergeordnetem ∞P∞; Granat hh., oft noch mit Krystallflächen, aber ohne Rutileinschlüsse; Bergkrystalle hh.

Dyas-Gesteine.

31. Mittleres Rothliegendes von Asbach bei Schmalkalden, hellrother feldspathreicher Sandstein: Anatas hh. Schon mit der Lupe lassen sich am Gestein kleine, dunkle, diamantglänzende Kryställchen erkennen, welche unter dem Mikroskop sämmtlich mit hellblauer bis dunkelblauer Farbe durchsichtig sind. Die Tafeln sind sämmtlich sehr regelmässig quadratisch ausgebildet und zeigen ausser 0P und P nicht selten noch P∞; sie werden 0,05–0,25 mm gross und bis 0,15 mm dick. Zirkon s.; Rutil ss.; Bergkrystalle h.

32. Rothliegendes von Rossdorf bei Darmstadt, feinkörnige Arkose: Anatas hh., hellblaue, selten gelbe, scharf ausgebildete klare Tafeln, welche fast immer noch P∞ zeigen, bis 0,15mm gross und 0,04mm dick; Zirkon hh., besonders in der in den krystallinischen Gesteinen des Odenwalds verbreiteten Form ∞P.P.3P3, bis 0,4mm gross; Rutil h., Granat h.; Magnetit hh.; Turmalin s.

33. Rothliegendes von Altenmittlau bei Gelnhausen, rothes, thoniges, lockeres Conglomerat: Anatas hh., farblose, blassbraune und blaue, trübe und meist wenig schön ausgebildete, aber nicht abgerollte Tafeln, bis 0,18 mm gross; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Granat s.; Staurolith fehlt.

34. Weissliegendes von Bieber in Hessen, feinkörniger, weisser, kaolinreicher Sandstein, viel Eisenkies enthaltend: Anatas hh., durchweg schön blaue, klare, sehr regelmässig entwickelte Tafeln, meist noch mit P∞, bis 0,12 mm gross und 0,045 mm dick; Zirkon h., meist abgerundet; Rutil n. h.; Turmalin s.; Bergkrystalle h.

35. Weissliegendes von Altenmittlau, grobkörniger Sandstein: Anatas h., schwach bräunliche, seltener blaue, meist trübe Tafeln, welche hie und da ausser 0P.P noch P∞, $\frac{1}{m}$P und $\frac{1}{m}$P∞ zeigen; Zirkon hh., meist abgerundet; Rutil h.; Turmalin n. s.; Apatit hh.; Kaliglimmer n. s.; Bergkrystalle n. s.

36. Zechstein-Dolomit von Nieder-Görisseiffen in Schlesien, weisser, aschenartig zerfallender Dolomit: Anatas n. s., hellbraune oder hellblaue dicke Tafeln und abgestumpfte Pyramiden, selten mit $\frac{1}{m}$P∞, bis 0,07mm gross; Zirkon h.; Rutil n. h.; Granat n. s.

Trias-Gesteine.

37. Unterer Leberschiefer vom Wolfszahn bei Keilberg im Spessart, besteht wesentlich aus Glimmerdioritschutt: Anatas hh., schöne klare, hellgelbe, dünne und dickere Tafeln, nicht selten mehrere mit einander verwachsen.

38. Tigersandstein vom Holdersbachthale bei Schapbach (im Schwarzwald), brauner Waldboden: Anatas h., vorwiegend Pyramiden, gelb, meist trüb, bis 0,2 mm gross, seltener gelbe oder hellblaue dicke Tafeln; Brookit n. s., gelbe

Tafeln, ausser $\infty\bar{P}\infty$ noch ∞P, $\breve{P}2$ und 0P zeigend; Zirkon hh.; Rutil h., Granat hh.; Turmalin s.; Hornblende hh.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.

39. Tigersandstein von Rippoldsau, weisser, drusiger, schwarzfleckiger Sandstein: Anatas n. s., dicke gelbe Tafeln und abgestumpfte Pyramiden, höchstens 0,04 mm gross; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.

40. Conglomerat des Vogesensandsteins vom schwarzen Bruch bei Schapbach, rother feinkörniger Sandstein mit zahlreichen grösseren Geröllen: Anatas h., meist trübe, hellgelbe und hellblaue Tafeln; Zirkon hh.; Rutil s.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.

41. Kieselsandstein von Sommerberg bei Rippoldsau, Waldboden: Anatas n. h., hellgelbe und hellblaue, meist dicke und trübe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Magnetit hh.; Turmalin n. s.; Bergkrystalle hh.

42. Unterer Buntsandstein von Weschnitz im Odenwald, feinkörniger, hellrother, kaolinreicher Sandstein: Anatas s., farblose bis hellblaue, klare Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.

43. Unterer Buntsandstein von Vormwald im Spessart, wie Nr. 42: Anatas h., zeigt hier die beiden Typen, aber 0P.P ist in gelben und hellblauen Tafeln mit seltenem $P\infty$ häufiger, bis 0,15 mm gross. Die Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ sind seltener, braungrau und jedenfalls auch neu gebildet. Brookit ist s. in gelben, schlecht erhaltenen Tafeln, so dass mir seine Neubildung zweifelhaft ist. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Granat s; Kaliglimmer s.

44. Kieselsandstein von Brückenau, weisser Sandstein: Anatas h., schwach gelbbraune, 0,03–0,13 mm grosse Tafeln, welche ausser 0P und P an den Ecken sehr häufig noch $\frac{1}{m}P\infty$ untergeordnet zeigen (vergl. Fig. 19); Zirkon h.; Rutil nicht gesehen; Turmalin s.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle h.

45. Oberer Buntsandstein vom Silberhof in der Rhön, mittelkörniger, sehr lockerer Sandstein: Anatas h., gelbe, selten blaue, öfters trübe Tafeln, hie und da auch mit $P\infty$; Zirkon hh.; Rutil s.; Bergkrystalle hh.

46. Buntsandstein von Liebhardts in der Rhön, hellrother, fester Sandstein: Anatas n. s., blaue, seltener bräunliche Tafeln; Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Apatit n. s.; Bergkrystalle h.
47. Buntsandstein von St. Loretto bei Freiburg im Breisgau, hellrother, feinkörniger Sandstein: Anatas h., farblose und hellblaue, selten gelbe Tafeln, 0,05 bis 0,20 mm gross und an den Ecken nicht selten $\frac{1}{m}P\infty$ zeigend (wie in Fig. 19); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit h.
48. Buntsandstein von Löwenberg in Schlesien: Anatas n. s., schwach braune, trübe, meist sehr verzerrte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin s.; Kaliglimmer n. s.
49. Buntsandstein von Plagwitz bei Löwenberg in Schlesien. Von diesem Orte habe ich zwei verschiedene Buntsandsteine untersucht, nämlich einen gelben, ziemlich grobkörnigen und einen rothen, feinkörnigen, thonigen Sandstein; beide enthalten Anatas häufig in bis 0,2mm grossen, klaren und scharf ausgebildeten Tafeln von blauer bis grünblauer, öfters mit Gelb wechselnder Färbung, an denen $0P$ und P vorherrschend, $P\infty$ untergeordnet entwickelt ist und an denen nicht selten eine Doppelpyramide, mPn, selten aber eine zweite, sowie $\frac{1}{m}P$ und $\frac{1}{m}P\infty$ auftreten (siehe Fig. 15). Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith s.; Granat s.
50. Röthdolomit von Bougères in den Vogesen, brauner, sehr lockerkörniger, sandiger Dolomit voll Myophoria vulgaris: Anatas hh., dicke Tafeln oder abgestumpfte, selten reine Pyramiden, gelb, seltener farblos und hellblau, meist sehr scharf und klar ausgebildet. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith s.; Bergkrystalle h.
51. Sandiger Dolomit aus dem Röth von Zweibrücken, feinkörniger, hellgrünlichgrauer oder gelblicher Sandstein: Anatas h., dünnere und dickere, farblose, klare Tafeln, bis 0,13mm gross; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Granat n. s., mit Krystallflächen; Apatit h. und gross; Kaliglimmer hh.
52. Kalkstein der unteren Encrinitenbank von Zell bei Würzburg: Anatas h., abgestumpfte Pyramiden mit vorherrschendem P, aber nie fehlendem $0P$, selten mit $P\infty$, hellblau bis tiefblau, bis 0,1 mm gross; Zirkon h., höchstens bis 0,1 mm gross; Rutil s.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.

53. Trigonoduskalk von den Häugler Höfen bei Heidingsfeld unweit Würzburg. Von 4 untersuchten Gesteinsstücken enthielt nur eines neugebildeten Anatas, dieses aber hh. in abgestumpften Pyramiden und dicken Tafeln mit seltenem P∞; scharfe, klare, hellblaue, blaue und grünblaue Krystalle. Zirkon h., klein; Rutil s.; Turmalin s.; Staurolith s.; Bergkrystalle hh.

54. Blauer Dolomit der Lettenkohlengruppe vom Faulen Berg bei Würzburg, drusiger, dunkelblaugrauer, kalkiger Dolomit. Von 6 untersuchten Stücken enthielten nur 2 reichlich Anatas, die übrigen gar keinen. Anatas h., dicke Tafeln oder abgestumpfte, selten reine Pyramiden, hellblau bis stahlblau, klar und scharf ausgebildet; Zirkon h.; Rutil n. s.; Turmalin n. s.; Picotit s.; Bergkrystalle h.

55. Anoplophorasandstein vom Rothen Kreuz bei Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas s., farblose bis hellgelbe und hellblaue, klare, scharfe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat h.; Staurolith n. s.; Magnetit hh.; Picotit s.; Kaliglimmer h.

56. Lettenkohlenhauptsandstein vom Faulen Berg bei Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas h., meist dicke Tafeln und reine Pyramiden (vgl. Fig. 11), farblos, gelb, orangegelb und hellblau, 0,05—0,15mm gross; Brookit ss., gelbe, abgerollte Tafeln mit ∞P∞, ∞P und 0P; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Staurolith n. s.; Picotit s.; Apatit s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.

57. Lehrberger Schicht von Rüdisbronn bei Windsheim, weisser, dolomitischer, drusiger Steinmergel: Anatas n. s., farblose und hellgelbe, seltener hellblaue, scharf ausgebildete Pyramiden, häufig durch 0P abgestumpft, bis 0,11 mm gross. Zirkon hh.; Granat hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. h.; Kaliglimmer hh.; Magnetit hh.

58. Semionotussandstein von Jobstgreuth bei Windsheim, weisser, kaolinreicher, schwach dolomitischer, lockerer Sandstein: Anatas hh. in prächtigen hellblauen, völlig klar und scharf ausgebildeten Tafeln von 0,05—0,20 mm Grösse und 0,01—0,04mm Dicke; häufig zu Krystallgruppen verwachsen. Selten sind hellgelbe Tafeln und abgerollte, gelbe Pyramiden. Brookit ss., gelbe, abgerollte Tafel mit $\infty\breve{P}\infty$,

$\breve{P}2$, $2\breve{P}\infty$, $0P$ und ∞P. Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith s.; Turmalin s.; Granat hh., fast stets mit Krystallflächen und oft mit Rutileinschlüssen; Magnetit hh.; Apatit s.; Kaliglimmer hh.; Bergkrystalle hh.

59. Semionotussandstein von Ipsheim bei Windsheim, geschlämmter Schutt: Anatas n. s., hellblaue Tafeln und Pyramiden und abgerollte breite gelbe Tafeln. Sonst wie Nr. 58.

60. Stubensandstein von Burgpreppach; Gestein wie Nr. 58: Anatas n. s., farblose bis hellblaue, scharf ausgebildete, klare Tafeln. Daneben kamen sehr selten auch hellblaue, abgerollt aussehende Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$ mit untergeordnetem $P\infty$ vor. Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat n. h.; Magnetit h.; Kaliglimmer hh.; Apatit s.; Bergkrystalle h.

61. Stubensandstein von Baunach in Unterfranken, grobkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., vorwiegend in himmelblauen, selten farblosen, klaren und scharf ausgebildeten Krystallen des Typus $0P . P$, selten in abgerollten Krystallen des Typus $\frac{1}{m}P\infty . P$. Sonst wie Nr. 60.

62. Stubensandstein aus der Oberpfalz, grobkörniger, sehr kaolinreicher, lockerer Sandstein: Anatas n. s., blaue, scharf ausgebildete, öfters zu Gruppen verwachsene Tafeln, selten in gelben, trüben, abgerollt aussehenden Tafeln und Pyramiden.

Infraliassandsteine.

63. Infraliassandstein von Strullendorf bei Bamberg, hellbrauner, kaolinreicher, lockerer Sandstein: Anatas s., gelbe, scharf ausgebildete, bis 0,14 mm grosse Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat s.; Turmalin s.; Bergkrystalle h.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.

64. Infraliassandstein von Hör in Schweden, hellbrauner Sandstein: Anatas s., hellblaue dünne Tafeln, sehr selten hellgelbe Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat s.; Magnetit hh.; Bergkrystalle h.

65. Infraliassandstein mit Ostrea Hisingeri Nils. von Kulla-Gunarstorp in Schweden, brauner, eisenschüssiger Sandstein: Anatas n. s., farblose und hellgelbe, dicke Tafeln

und Pyramiden, daneben auch abgerollte Anatastafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Magnetit hh.; Granat h.; Turmalin s.; Eisenkies h.

Kreide-Gesteine.

66. Quadersandstein des Tharander Waldes, weisser, feinkörniger Sandstein: Anatas h., hellblaue und farblose, schöne, scharf ausgebildete dicke Tafeln, 0,05—0,1 mm gross; Zirkon hh., meist klein; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith ss.; Kaliglimmer h.

67. Quadersandstein von Sirgwitz bei Löwenberg in Schlesien, feinkörniger, kaolinhaltiger, lockerer Sandstein: Anatas n. s., farblose und hellblaue, selten hellgelbe Tafeln, nicht selten mit P∞, sehr selten mit mPn, bis 0,15 mm gross; Brookit selten und abgerollt; Zirkon hh.; Rutil hh.; Staurolith n. s.; Granat h.; Turmalin n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.

Tertiärgesteine.

Hier habe ich nur in einem der sehr zahlreichen von mir untersuchten Gesteine Anatas unter solchen Verhältnissen gefunden, dass ich ihn für neu gebildet halten kann, nämlich

68. im petrefactenreichen Meeressandstein von Weinheim bei Alzey: Anatas n. s., gelbe, klare Tafeln, bis 0,12mm gross; Brookit ss., eine 0,18mm grosse, gelbe, abgerollte Tafel; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Eisenglanz hh.

Eruptivgesteine.

69. Granophyr vom Hohwald bei Barr-Andlau, Schutt: Anatas ss., hellgelbe Tafeln; Zirkon hh.; Apatit h.

70. Quarzporphyr vom Wagenberg bei Weinheim a. d. Bergstrasse: Anatas ss., hellgelbe Tafel, 0,055mm gross; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat n. s.; Turmalin n. s.; Staurolith (??) n. s.; Bergkrystalle h.

71. Quarzporphyr von Sailauf im Spessart, Schutt: Anatas s., farblose und hellgelbe Tafeln; Brookit ss., eine schöne gelbe Tafel mit vorherrschendem ∞P∞ und mit stark ent-

wickeltem $\frac{1}{2}P\infty$ und ∞P, untergeordnet mit $\breve{P}2$; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Granat h.; Staurolith (??) n. s.; Bergkrystalle h.

72. Quarzporphyr von Burgbach bei Rippoldsau im Schwarzwald, Schutt: Anatas hh., dünne, gelbe, trübe, undurchsichtige Tafeln, bis 0,20 mm gross, nur eine hellblau und klar; Zirkon hh.; Rutil ss.; Turmalin s.; Magnetit hh.
73. Quarzporphyr von Asbach bei Schmalkalden, poröses Gestein: Anatas hh., dünne, klare, scharf ausgebildete Tafeln, hellblau bis stark grünblau gefärbt, selten farblos, hie und da mit $\frac{1}{m}P$; Zirkon hh.; Rutil fehlt.
74. Porphyrit von Waldböckelheim, festes drusiges Gestein mit reichlichem Tridymit [1]): Anatas h., bis 0,10 mm grosse und 0,04 mm dicke, farblose Tafeln; Zirkon s.

Kieselhölzer.

Von diesen habe ich nur wenige untersucht, aber in allen bis jetzt Anatas gefunden. Anatase des Tpyus 0P.P enthielten hievon zwei.

75. Kieselholz aus dem Schilfsandstein von Rüdisbronn: Anatas s., farblose, scharfe Tafeln, bis 0,1 mm gross; Zirkon n. s.; Rutil ss.; Turmalin ss.
76. Kieselholz (Araucarioxylon Schrollianum) aus dem Rothliegenden von Vilbel: Anatas h., dünne, 0,05—0,25 mm grosse, meist etwas trübe, hellbraune Tafeln; Zirkon fehlt hier.

Zersetztes Gestein der Erzgänge.

77. Pinitoid von Wittichen, in zersetztem Granit, begleitet von Kalkspath mit Gediegen Silber: Anatas h., hellblaue und hellblaugrüne Tafeln, bis 0,09 mm gross.

II. Vorkommen des Anatases vom Typus $\frac{1}{m}P\infty \,.\, P$.

78. Granit von den Fuchsbergen bei Striegau. Die im Granit von Striegau vorkommenden Mineralien sind bereits von

---

1) *Streng*, N. Jahrb. f. Min. 1871. S. 933.

E. Becker[1]) ausführlich beschrieben worden; auch *Krantz*[2]) *Websky*[3]) und *v. Lasaulx*[4]) haben sich mit den Mineralien dieses Fundortes beschäftigt, aber von keinem dieser Forscher wurde Anatas, Brookit und Zirkon beobachtet, die in diesem Gesteine sehr häufig sind.

Von Herrn Dr. *Schuchardt* in Görlitz erhielt ich mehrere Stücke des Granits von den Fuchsbergen, welche zum grössten Theile in ein krystallinisches, schuppiges Aggregat von Pinitoidblättchen umgewandelt waren, so dass sich wohl noch Orthoklas und Quarz, aber kein Glimmer mehr erkennen liess; dagegen enthielten die Drusen reichlich Eisenglanz. Nach dem Zerdrücken der Stücke, Schlämmen und Entfernen des Eisenglanzes mit Salzsäure fand ich schon ohne Mikroskop den Anatas, der hier in ausserordentlich grosser Menge und nur in Krystallen des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ vorhanden ist. Die nähere Beschreibung dieser Krystalle wurde bereits oben gegeben. Die Figur 16 unserer Tafel zeigt die gewöhnliche Form derselben. Ausser $\frac{1}{m}P\infty$ und P ist sehr häufig $P\infty$ und $\frac{1}{m}P$, selten 0P entwickelt. Die Krystalle sind durchweg schön klar und dunkel grünlichgrau bis grünlichbraun gefärbt. Der Brookit ist seltener als der Anatas, gegenüber anderen Vorkommnissen aber noch häufig zu nennen. Er bildet gelbe stark gestreifte Tafeln mit vorherrschendem $\infty P\infty$, als dessen Umrandung die Flächen ∞P, $2\breve{P}\infty$, $\breve{P}2$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und selten 0P auftreten, wie dies Fig. 24 zeigt. Die Brookitkrystalle werden bis 0,25 mm gross. Der hier sehr häufige Zirkon zeigt constant die in Fig. 5 abgebildete Form $\infty P.P$ mit untergeordnetem $\infty P\infty$ und 3P3, sehr selten zonale Streifung, aber sehr reichlich Einlagerungen von Apatit und Gasporen.

79. Granitschutt vom Gallenbachthal bei Wittichen im Schwarzwald: Anatas ss., eine graubraune, 0,07 mm grosse, be-

---

1) *E. Becker*, Ueber das Mineralvorkommen im Granit von Striegau. Inaug.-Dissert. 1869.

2) Vgl. G. vom Rath in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 22. Bd. S. 650.

3) *Websky* in Tschermaks Min. u. petr. Mitth. 1872. S. 1 und 63.

4) *v. Lasaulx*, N. Jahrb. f. Min. 1876. S. 358.

schädigte Tafel mit $\frac{1}{m}$P∞ ; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat hh.; Apatit n. s.

80. Mittleres Rothliegendes von Windecken bei Hanau, rother, wenig fester Sandstein, reich an Feldspath, Kaolin und Glimmer: Anatas hh., Grundpyramide meist stark entwickelt, die Krystalle aber meist unregelmässig begrenzt oder stark verzerrt, farblos bis schwach bräunlich gefärbt; Zirkon hh.; Rutil ss.; Apatit n. s.; Turmalin s.; Kaliglimmer s.

81. Weissliegendes von Rückingen bei Hanau, hellgrauer, kaolinreicher, grobkörniger Sandstein mit Geröllen: Anatas s., scharf ausgebildete, klare, graubraune Krystalle, bis 0,08 mm gross.

82. Unterer Buntsandstein vom Häuserackerhof bei Hörstein unweit Aschaffenburg, weisser, feinkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas n. s., bis 0,2 mm grosse, scharf ausgebildete, klare Krystalle von graubrauner Farbe, sehr selten noch mit P∞.

83. Unterer Buntsandstein von Oberbessenbach bei Aschaffenburg, hellrother, feinkörniger, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., hellbraungraue, bis 0,15 mm grosse, klare, aber oft schlecht ausgebildete Krystalle; Brookit ss., eine hellgelbe, abgerollte Tafel.

84. Oberer Buntsandstein von Stetten bei Karlstadt, feinkörniger, weisser Sandstein: Anatas h., bis 0,1 mm grosse, braune, grünblaue und blaue, schöne, klare Krystalle, selten noch mit 0P, hie und da zu Krystallgruppen verwachsen. In Nr. 82, 83 und 84 ist ausserdem Zirkon hh., Rutil h., Turmalin h., Kaliglimmer s., Magnetit h.

85. Grobkörniger Buntsandstein von Lohr im Spessart: Anatas n. s., kleine gelbbraune und grünlichbraune Krystalle; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer hh.; Bergkrystalle hh.

86. Schaumkalk von Erlabrunn bei Würzburg, graubrauner, oolithischer Kalkstein mit reichlichem Coelestin: Anatas h., hellblaue bis tiefblaue, meist kleine und nicht über 0,1mm grosse, scharf ausgebildete, dicke Krystalle, an denen die Grundpyramide meist stark entwickelt ist und mit $\frac{1}{m}$P∞ im Gleichgewicht steht. 0P selten und untergeordnet. In 4 anderen Schaumkalkstücken von Erlabrunn und Würz-

burg fand ich keinen Anatas, in allen aber Zirkon, klein u. s.; Rutil s.; Turmalin ss., Granat ss., Bergkrystalle hh.

87. Meeressandstein vom Gienberg bei Waldböckelheim, conchylienreicher, kalkiger Porphyritschutt: Anatas s., nur wenige, grosse Tafeln, an denen statt P eine stumpfe Pyramide mit $\frac{1}{m}P\infty$ combinirt erscheint; dieselbe bildet mit $\frac{1}{m}P\infty$ keine parallelen Combinationskanten, sondern ist steiler.

III. Vorkommnisse des Anatases vom Typus $\frac{1}{m}P\infty$. P mit 0P.

88. Weissliegendes von Grossenhausen, am Wege nach dem Eicher Hofe, bei Gelnhausen, weisse, kaolinreiche Breccie: Anatas s., hellblaue dünne Tafeln mit vorherrschendem 0P und P, die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ erscheinen nur an den Ecken der Krystalle (Fig. 19); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat s.; Apatit h.

89. Stubensandstein von Ebern in Unterfranken, weisser, kaolinreicher Sandstein: Anatas h., hellblaue, dünne Tafeln mit bald vorherrschendem 0P, bald vorherrschendem $\frac{1}{m}P\infty$; die Grundpyramide ist stets untergeordnet, ebenso die nicht seltene Pyramide $P\infty$; die Flächen von $\frac{1}{m}P\infty$ sind rauh und nicht selten gestreift. Zirkon h; Rutil h.; Granat s.; Apatit n. s.; Magnetit h.; Bergkrystalle h.; Kaliglimmer h.

90. Ein in Brauneisenstein umgewandelter Wurzelast aus dem Schilfsandstein von Sugenheim in Mittelfranken zeigte nach dem Auflösen des Brauneisensteins in Salzsäure in dem thonigen Rückstand sehr reichlich bis 0,4 mm grosse, dünne Tafeln von Anatas von hellbrauner Farbe Die Flächen 0P und $\frac{1}{m}P\infty$ sind stets und in annäherndem Gleichgewicht vorhanden, die Grundpyramide dagegen ist sehr untergeordnet entwickelt. Die Krystalle sind häufig in der in Fig. 18 dargestellten Weise verwachsen und bilden nicht selten auch unregelmässige Krystallgruppen. Sie enthalten meist reichlich schwarze Körnchen von organischer Substanz eingelagert. Zirkon, Rutil u. s. w. fehlen in diesem Brauneisenstein, während sie im umschliessenden Sandstein sehr häufig sind.

IV. Vorkommen des Anatases vom Typus $\frac{3}{5}P$.

91. Diese Form fand ich bis jetzt nur in völlig umgewandeltem Gneiss, sogen. „Dreckbatzen“ vom Jung hoh Birkner Stehenden der Grube „Junge hohe Birke“ bei Freiberg.[1]) Es ist dies eine vorwiegend aus kleinen Gilbertitblättchen bestehende weiche Masse, welche nach der Entfernung des vorhandenen Erzes mit Säuren und Schlämmen den Anatas reichlich erkennen lässt. Er bildet stumpfe, meist schlecht ausgebildete Pyramiden, welche der Pyramide $\frac{3}{5}P$ sehr nahe stehen, und meist noch 0P zeigen, ist tief stahlblau bis schwarzblau und meist nicht klar durchsichtig oder undurchsichtig. Neben dieser Form, aber selten, kommen auch Krystalle P.0P vor. Dieser völlig zersetzte Gneiss enthält ferner Zirkon hh, Rutil s., Granat n. s.

V. Vorkommen des Brookits auf primärer Lagerstätte.

Die Vorkommen des Brookits, in denen derselbe gleichzeitig mit dem Anatas gebildet erscheint, sind bereits bei diesem näher beschrieben worden. Es sind dies:
Der Granit von Steinbach bei Fürth im Odenwald (1),
der Granit von der Windeck bei Weinheim a. d. Bergstrasse (2),
der Granit vom Burgfels bei Wittichen (12),
der Granit der Gegend von Rippoldsau (9, 10 und 11),
der Granit von den Fuchsbergen bei Striegau (78),
der feinkörnige Gneiss gegenüber der Kirche von Rippoldsau (16),
der Quarzporphyr von Sailauf (71),
die Quarzitschiefer des Spessarts und
der Tigersandstein vom Holdersbachthale bei Schapbach.

Ohne Anatas fand ich neugebildeten Brookit nur in folgenden Gesteinen:

92. Kohlensandstein von Skalitz in Mähren, brauner, feinkörniger Sandstein: Brookit s., ein 0,154 mm breiter, gelber Krystall mit den Flächen $\infty\bar{P}\infty$, 0P, ∞P und $\breve{P}2$ (Fig. 27). Ausser diesem fand ich noch ein Paar kleine hellgelbe Tafeln, sowie eine kleine Krystallgruppe; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat h.; Apatit h.; Turmalin s.; Kaliglimmer h.

---

[1]) Die betreffende Probe wurde von Hrn. Prof. *Stelzner* an Hrn. Prof. *Sandberger* gesendet, welcher sie mir zum Schlämmen übergab.

93. Zechsteindolomit von Görisseiffen in Schlesien, gelber, krystallinischer Dolomit: Brookit s., gelbe, bereits oben näher beschriebene und in Figur 25 abgebildete Tafel; Anatas ss. abgerollt; Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Zinnstein (?) ss.; Kaliglimmer h.; Bergkrystalle hh.

94. Dolomit aus der Trias von Fully im Kanton Wallis; grauer Dolomit, welcher beim Auflösen in Salzsäure Kieselknollen mit feinem Quarzsand hinterlässt. Dieser ergab beim Schlämmen: Brookit n. s., schöne, meist sehr regelmässig ausgebildete, ziemlich dicke Tafeln mit vorherrschendem $\infty\bar{P}\infty$ und untergeordnetem ∞P, $\breve{P}2$, $2\bar{P}\infty$ und $0P$, wie dies Fig. 26 an einem Krystalle von da zeigt; die Färbung ist an einzelnen Krystallen oft verschieden vertheilt; Zirkon n. s.; Rutil ss.; Turmalin n. s.; Eisenkies h.; Bergkrystalle hh.

95. Infraliassandstein von Burgpreppach in Unterfranken, feinkörniger, weisser Sandstein: Brookit hh., kleine, hellgelbe, rechteckige Tafeln, welche meist in der Richtung der Makrodiagonale stark in die Breite entwickelt sind; sie zeigen $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $0P$, $\infty\breve{P}\infty$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, sehr untergeordnet $\breve{P}2$ und $2\breve{P}\infty$, sind klar, durchsichtig und ganz fein gestreift. Fig. 28 zeigt die gewöhnliche Form derselben. Anatas ss., eine abgerollte Pyramide; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Kaliglimmer h.

96. Doleritschutt vom Hopfenberg bei Schwarzenfels: Brookit ss., nur eine blassgelbe, starkgestreifte, 0,09 mm grosse Tafel; Zirkon n. s.; Rutil n. s.

B. Vorkommen von Anatas und Brookit auf secundärer Lagerstätte.

Silurische Gesteine.

1. Untersilurischer Sandstein von Lodi in Wisconsin, feinkörniger, gelber Sandstein mit Trilobiten: Anatas s., abgerollte Tafeln 0P.P; Zirkon n. s.; Rutil s.; Turmalin s.; Granat h., mit Krystallflächen, gegenüber dem Zirkon und Rutil gross.

(In mehreren untersuchten Spiriferensandsteinen aus Nassau und vom Harz fand ich bis jetzt weder Anatas noch Brookit.)

Gesteine der Kohlenformation.

2. Grauwacke von Herborn in Nassau: Anatas ss., abgerollte Tafel; Zirkon hh.; Apatit h.; Rutil fehlt.
3. Kohlensandstein (Keokuk) von Crawfordsville in Indiana, feinkörniger Sandstein mit viel Eisenkies: Anatas ss., abgerollte Tafel; Zirkon h.; Turmalin n. s.; alles sehr klein.
4. Kohlensandstein von Asbignon im Kanton Wallis: Anatas ss., eine dicke Tafel; Zirkon h.; Turmalin h.; Rutil ss.
5. Bergkalk von Clifton in England, rother Kalkstein mit Petrefacten: Anatas ss., abgerollte, farblose Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh; Turmalin hh.; Bergkrystalle hh.; alles sehr klein, nicht über 0,05 mm gross.

Dyas-Gesteine.

6. Unteres Rothliegendes von der Naumburg bei Vilbel: Anatas ss., dünne gelbe Tafel; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. s.; Staurolith fehlt.
7. Unteres Rothliegendes von Märzdorf in Schlesien: Anatas s., blassgelbe Tafeln 0P.P; Zirkon hh,; Rutil h.; Turmalin s.; Apatit n. s.
8. Unteres Rothliegendes von Waldböckelheim bei Kreuznach: Anatas ss., Tafeln und Pyramiden; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat n. h.; Turmalin h.; Apatit h.; Kaliglimmer h.
9. Rothliegendes von Hofstetten im Spessart, rothes, lockeres Conglomerat: Anatas h., farblose und gelbliche, klare und trübe Tafeln 0P.P vorwiegend, selten gut ausgebildet; Krystalle des Typus $\frac{1}{m}P\infty.P$ sind selten; bis 0,15 mm gross. Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.
10. Rothliegendes von Burgbach bei Rippoldsau im Schwarzwald: Anatas s., dicke, blaugraue, trübe Tafeln; Brookit ss., abgerollte, bis 0,15 mm grosse Tafel; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat n. s.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.
11. Dolomit aus dem Rothliegenden von Wittichen: Anatas s., wenig abgerollte, meist trübe, blaue Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin h.; Staurolith s.
12. Rothliegendes von Siebeneichen bei Löwenberg in Schlesien, rother, thoniger, feinkörniger Sandstein: Anatas ss., gelbe, bis hellblaue dicke Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon

hh.; Rutil h.; Turmalin n. h.; Granat s.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.

13. Dolomit aus dem Rothliegenden von Görisseiffen: Anatas s., farblose, klare und trübe Tafeln 0P.P; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat h.; Kaliglimmer s.
14. Weissliegendes vom Büchets bei Wenighösbach und von Kahl, beide im Spessart: Anatas s. bis n. s., gelbe und blaue, trübe Tafeln, jedenfalls mit dem Gneissgrus, aus dem das Gestein besteht, eingeschwemmt; Zirkon hh.; Rutil s. bis h.; Turmalin h.; Granat s.; Apatit h.; Kaliglimmer h.
15. Zechsteindolomit vom Büchets bei Wenighösbach: Anatas s., gelbe Pyramiden und Tafeln, abgerollt aussehend; Brookit ss.; Zirkon h., klein; Rutil s.; Turmalin h.; Bergkrystalle h.
16. Zechsteinkalk von Grenzenberg bei Görisseiffen: Anatas ss.
17. Zechsteindolomit von Nieder-Görisseiffen: Brookit ss., abgerollte, 0,12 mm grosse, gelbe Tafel; Anatas ss., dünne Tafeln.
18. Zechsteinkalk von Gröditz: Anatas ss., trübe, abgerollte Tafeln; Brookit ss.
19. Zechsteinmergel von Kunzendorf u. W.: Anatas s., abgerollte, trübe Tafeln. Diese vier schlesischen Zechsteine enthalten ausserdem Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.; Staurolith ss.

Triasgesteine.

20. Leberschiefer von Schweinheim bei Aschaffenburg, rother Thon: Anatas ss., hellgelbe Tafeln; Zirkon n. s.; Rutil ss.
21. Psilomelan vom Morsberg bei Kirchbeerfurt im Odenwald, Lager im Leberschiefer: Brookit s.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.
22. Dolomitischer Mergel mit Jaspisknollen über dem Zechstein von Schweinheim bei Aschaffenburg: Anatas ss.; scharfe gelbe Pyramide, Neubildung zweifelhaft; Brookit ss. bis 0,1 mm grosse, gelbe, nicht viel abgerollte Tafeln; Zirkon hh., klein; Rutil h.; Granat h.; Turmalin s.; Kaliglimmer h. Magnetit h.
23. Mittlerer Buntsandstein von Hallstadt in Oberösterreich: Anatas n. s., trübe Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Magnetit hh.

24. Mittlerer Buntsandstein von Heidelberg: Anatas ss., gelbe abgerollte Tafel; Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin n. s.; Magnetit h.

25. Violeter Buntsandstein (Carneolbank) von Gambach bei Karlstadt: Anatas ss., abgerollte Tafeln; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil n. h.; Turmalin n. s.; Apatit n. s.; Kaliglimmer h.

26. Bank der Myophoria vulgaris aus dem Röth von Erlabrunn bei Würzburg, grünlichgrauer, dolomitischer Sandstein: Anatas s., abgerollte Tafeln 0P.P mit $\frac{1}{m}$P∞ und Pyramiden; Brookit ss., abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat s.; Apatit h.; Magnetit n. h.; Kaliglimmer h.

27. Röth von Erlabrunn, rother Schieferthon: Anatas ss., abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Apatit ss.; Kaliglimmer h.

28. Röthdolomit von Sulzbad im Elsass: Anatas s., farblose und gelbe, klare und trübe Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Magnetit hh.

29. New red sandstone von Bristol in England: Brookit s., schöne, aber deutlich abgerollte gelbe Tafeln mit vorherrschendem ∞P∞, $\frac{1}{2}$P∞, ∞P und untergeordnetem $\breve{P}$2.

30. Gelber Wellendolomit von Thüngersheim: Anatas ss., gelbe, wenig abgerollte Tafel; Brookit ss., hellgelbe Tafel mit ∞P∞, ∞P, 0P und P2.

31. Conglomeratbank des Wellenkalks von Erlabrunn: Anatas ss., scharfe, trübe Tafeln.

32. Spiriferinenbank des Wellenkalks von Erlabrunn: Anatas ss., eine dicke, scharfe Tafel. Der Wellenkalk und seine verschiedenen Bänke enthalten ausserdem bei Würzburg Zirkon h.; Rutil s.; Turmalin s.; Granat s.

Ferner fand ich im gewöhnlichen Wellenkalk sowohl, als in der Conglomeratbank, Dentalienbank, Spiriferinenbank und in der Bank mit Leda Schlotheimensis 3 bis 4 Arten von Foraminiferen, welche in Eisenkies und Brauneisenstein verwandelt waren und deshalb beim Auflösen des Gesteins in verdünnter kalter Salzsäure zurück blieben.

33. Wellendolomit von Ittersbach bei Pforzheim in Baden: Anatas s., trübe und klare, hellblaue, oft noch sehr scharf

ausgebildete Tafeln, hie und da mit P∞; Neubildung zweifelhaft; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.

34. Mergel mit Myophoria orbicularis von Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas ss., blassgelbe, trübe, 0.04mm grosse Tafel.

35. Zellendolomit der Anhydrit-Gruppe von Würzburg: Anatas ss., bis 0,07 mm grosse, trübe Tafeln; Bergkrystalle hh.

36. Untere Encrinitenbank von Veitshöchheim: Anatas s., dünne und dickere, kleine, trübe Tafeln; ist vielleicht zum Theil neugebildet; Bergkrystalle hh.

37. Schieferthone der Region der Myophoria vulgaris von Würzburg, geschlämmter Schutt: Anatas s., Tafeln 0P.P und $\frac{1}{m}$P∞. P.

38. Schieferthone der Region des Ceratites nodosus von Würzburg: Anatas s., gelbe und hellblaue, dünne oder dicke Tafeln, abgerollt.

39. Kalkstein mit Myophoria pes anseris von Gerbrunn bei Würzburg: Anatas ss., hellblaue Tafel, stark abgerollt.

Die Gesteine 34 bis 39, sowie viele andere aus dem Muschelkalk von Würzburg enthielten je nach der Menge eingeschwemmter Theilchen: Zirkon h. bis hh., meist klein und rundlich; Rutil s. bis h.; Granat s. bis h.; Turmalin s.; Staurolith ss. bis s.; Kaliglimmer s. bis h.; Magnetit oft h.

In den Gesteinen der Lettenkohlengruppe von Würzburg fand ich Anatas und Brookit öfters auf secundärer Lagerstätte, nämlich im

40. Glaukonitkalk: Anatas s., in Tafeln 0P.P, $\frac{1}{m}$P∞.P und reinen Pyramiden, oft sehr schön scharf erhalten, so dass er zum Theil wenigstens neugebildet sein könnte; Brookit ss., abgerollt; Zirkon hh; Rutil h.; Turmalin h.; Granat h.; Picotit ss.; Magnetit hh.; Bergkrystalle h.

41. Oberer Lettenkohlensandstein: Anatas n. s, in gelbbraunen, meist etwas abgerundet aussehenden, abgestumpften Pyramiden, vielleicht neugebildet.

42. Pflanzenthone über dem Lettenkohlensandstein: Anatas s., trübe, bis 0,1 mm grosse Tafeln; Brookit ss.; wie in Nr. 41, so auch hier Zirkon hh; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. s.; Staurolith s.; Picotit ss.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.

43. Aus dem Gebiete des unteren und mittleren Keupers Frankens habe ich sehr viele Gesteine untersucht und in

vielen Anatas und Brookit auf secundärer Lagerstätte gefunden. In den unteren Gypsen sind eingeschwemmte Mineralien, Zirkon u. s. w. selten, dagegen neugebildeter Bergkrystall hh.; in den Mergeln ist Zirkon meist h. bis hh., Rutil h., Turmalin s., Granat s., Magnetit h.; Anatas und Brookit fand ich darin am Schwanberg bei Kitzingen, bei Ipsheim in Mittelfranken und bei Hassfurt, überall selten. In den Steinmergeln und besonders in den feinsandigen Estherienbänken sind die genannten Mineralien meist reichlich vorhanden, auch Anatas und Brookit kommen vor. Dasselbe ist im Schilfsandstein der Fall. Besonders schön fand ich den Brookit in einer 0,18 mm grossen, scharf ausgebildeten, klaren, gelben Tafel mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (stark entwickelt), $2\acute{P}\infty$ und $\breve{P}2$ in einem weissen Sandstein über dem Schilfsandstein von Neuses bei Ansbach, in welchem auch Anatas in Tafeln und Pyramiden selten, dagegen Granat sehr reichlich vorkommt. In den Lehrberger Schichten fand ich ebenfalls an einigen Orten Anataspyramiden und Brookit, begleitet von Zirkon hh., Rutil h., Turmalin h., Granat hh. In den oberen Keupersandsteinen kommt der Anatas meist neugebildet vor, findet sich aber hie und da auch in abgerollten Exemplaren, so z. B. im Stubensandstein von Culmbach, von Arberg bei Herrieden, von Regensburg, und in der Arkose von Maroldsweisach in Unterfranken; in letzterem kommt auch Brookit als Seltenheit vor.

Infralias- und Jura-Gesteine.

44. In den Infralias-Sandsteinen von Schönsreuth bei Bamberg, Ebern und Lichtenfels fand ich Anatas in abgerollten Tafeln und Pyramiden s., Zirkon hh., Rutil h., Turmalin s., Granat s., Magnetit h., Kaliglimmer h., Apatit meist s.

45. Infraliassandstein von Seinstedt in Braunschweig: Anatas ss., abgerollt; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Magnetit hh.; Staurolith n. s.; Kaliglimmer h.

46. Cardiniensandstein von Hollstadt: Anatas s., klare, blassgelbe Pyramiden, vielleicht neugebildet; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin n. s.

47. Pullastra-Bänke von Ramlösa in Schweden, sehr feinkörniger, hellbraungrauer, fester Sandstein: **Anatas** s., theils Tafeln 0P.P, theils $\frac{1}{m}$P∞.P; Zirkon hh.; **Rutil** hh.; Turmalin h.; Apatit s.; Magnetit hh.

48. Kalk mit Gryphaea arcuata von Wasseralfingen in **Württemberg**: Anatas s., Krystalle 0P.P und $\frac{1}{m}$P∞.P; **Zirkon** h.; Rutil h.; Turmalin n. s.

Kreide-Gesteine.

49. Brauner Kalk des Valanginien vom Bois des Etroits bei St. Croix, Schweiz: Anatas n. s., klare und trübe, farblose und gelbe Tafeln, Neubildung zweifelhaft; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat s.; Staurolith s.; Bergkrystalle hh.

50. Mergel mit Orbitolina lenticularis von Bellegarde im Dep. Ain., Frankreich: Anatas s., abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin h.; Staurolith s.

51. Plänermergel von Strehlen bei Dresden: Anatas s.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Granat s.

52. Plänermergel von Regensburg: Anatas ss., abgerollte Tafeln, an einer auch P∞; Zirkon hh.; Rutil h; Turmalin h; Granat n. s.; Staurolith s.

53. Senonmergel mit Geinitzia formosa von Quedlinburg: Anatas s., klare und trübe, blaue und gelbe Tafeln; Brookit ss., eine schöne 0,04 mm grosse Tafel ähnlich der in Fig. 28 abgebildeten mit ∞P∞, ∞P, 2P̆∞ und P̆2. Zirkon hh.; Rutil hh.; Turmalin hh.; Staurolith s.

54. Weisse Schreibekreide der Champagne. In dem durch Auflösen von 2 Pfund dieses Gesteines in Salzsäure erhaltenen Rückstand fand ich Anatas ss., bis 0,04 mm grosse farblose, dünne Tafeln; Brookit ss., eine 0,04 mm grosse Tafel, abgerollt; Zirkon s., bis 0,09 mm gross; Rutil ss.; Turmalin s.

55. Kreidemergel von Haldem in Westphalen: Anatas s., trübe, aber meist scharf erhaltene Tafeln; Brookit s., eine sehr schöne, gut erhaltene Tafel mit ∞P∞, ∞P, P̆2, 2P̆∞ und 0P, sehr ähnlich denen aus dem Triasdolomit von Fully im Kanton Wallis (Fig. 26); Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat n. h.

56. Kreidetuff von Mastricht: Anatas ss., dicke, grosse, stark abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin hh.; Granat h.; Staurolith hh.

57. Gault-Sandstein aus der Moräne von Engen: Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin n. h.; Glaukonit hh.

58. In 8 verschiedenen Sandsteinen aus dem Touronien und Senonien der Umgegend von Löwenberg in Schlesien fand ich ebenfalls Anatas und Brookit als Seltenheit in abgerollten Tafeln. Diese Gesteine enthalten ausserdem Zirkon hh.; Rutil hh.; Granat hh.; Turmalin s. bis n. s.; Staurolith s.; Magnetit h.; Kaliglimmer h.; Zinnstein (?) s.

Tertiär-Gesteine.

59. Nummulitenkalk aus der Moräne von Engen bei Schaffhausen: Anatas ss.; Zirkon h.; Rutil n. h.; Turmalin s.; Bergkrystalle hh.

60. Eocäner Meeressand von Bracheux, Châlons sur Vesle-loser Sand: Anatas n. s., grosse, abgerollte Tafeln; Zirkon, hh.; Rutil n. h.; Staurolith hh.; Turmalin s.

61. Oberer Grobkalk von Vaugirard bei Paris: Anatas s., grosse, abgerollte Tafeln; Brookit s., unter anderen ein schöner, in Fig. 29 abgebildeter, 0,08 mm grosser Krystall mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, P2 und $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, aber alle etwas abgerollt; Zirkon h.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith h.; Granat n. s.

62. Kalkiger, tertiärer Sandstein von Figanières im Dep. Var.: Anatas s.; Brookit s.; abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith hh., bis 0,5 mm gross; Turmalin s.; Granat h.; Magnetit hh.; Kaliglimmer h.

63. Miocäner Meereskalk von Zimmerholz bei Engen: Anatas ss.; abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Staurolith h.; Granat h.; Turmalin n. s.; Kaliglimmer hh.

64. Mitteloligocäner Meeressand von Bergh in Belgien: Anatas s., scharf ausgebildete und abgerollte Tafeln; Brookit s., bis 0,13 mm grosse, oft noch gut erhaltene Tafeln mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, 0P und $\breve{P}2$; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s.; Staurolith s.; Granat hh.; Glaukophan ss.

65. Muschelsandstein von La Molière im Kanton Freiburg: Anatas ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Granat hh., bis 1 mm gross.; Staurolith s.

66. Sandstein der mittleren Kirchberger Schichten von Hüttisheim: Anatas ss.; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil hh.; Granat hh.; Staurolith hh.; Turmalin s.; Magnetit hh.

67. Septarienthon von Flörsheim bei Mainz: Anatas n. s. in Tafeln und Pyramiden; Brookit ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Granat hh.; Turmalin h.; Staurolith h.; Picotit s. bis h.; Magnetit h.; Glaukophan ss.

68. Landschneckenkalk von Hochheim bei Mainz: Anatas ss.; Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin h.; Staurolith s.

69. Corbiculakalk von Oberrad bei Frankfurt: Anatas ss.; Brookit ss., eine schöne Tafel mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $0P$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $2\breve{P}\infty$; Zirkon h.; Rutil n. s.; Granat s.; Turmalin n. s.

70. Hydrobienkalk von Bieber bei Frankfurt: Anatas s., stark abgerollte Tafeln; Zirkon hh.; Rutil s.; Granat hh.; Turmalin s.; Magnetit h.; Staurolith s.

71. Hydrobienkalk von der Curve bei Wiesbaden: Anatas n. s., in Pyramiden und Tafeln des Typus $0P.P$ und $\frac{1}{m}P\infty . P$; Brookit ss.; Zirkon h.; Rutil n. s.; Turmalin h.; Staurolith ss.; Magnetit h.

Pleistocäne und alluviale Ablagerungen.

72. Diese habe ich wesentlich nur aus dem Gebiete des Maines untersucht. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Sande des Maines, sowohl die pleistocänen als die alluvialen um so reicher sind an Anatas und Brookit, je näher sie den anatasreichen oberen Keupersandsteinen liegen. So enthält z. B. der pleistocäne Sand des Itzthales zwischen Baunach und Daschendorf den Anatas gar nicht selten in vorwiegend hellblauen, oft noch recht scharf ausgebildeten, meist dünnen Tafeln des Typus $0P.P$, sehr selten in Pyramiden. Im Sand von der Vogelsburg bei Volkach ist er schon seltener und meist stärker abgerollt, bei Würzburg wieder seltener, aber auch in den Sanden der Untermainebene noch als Seltenheit in stark abgerollten blauen Tafeln vorhanden. Nur im Mosbacher Sande habe ich keinen Anatas mehr gefunden. Es geht daraus hervor, dass der Anatas bei seiner geringen Härte (5,5--6) gegenüber den begleitenden Mineralien einen sehr langen Trans-

port durch fliessendes Wasser nicht aushält und deshalb auf seinen secundären Lagerstätten immer verhältnissmäsig selten ist. Auch die Beschaffenheit der Gesteine der Seitenthäler des Maines hat oft einen Einfluss auf den Anatasgehalt des Sandes. So enthält z. B. der Sand der Kürnach bei Würzburg neben Tafeln auch die gelben Pyramiden aus dem Lettenkohlensandstein. Ausser Anatas und Brookit enthalten die Sande des Maines noch Zirkon hh.; Rutil h.; Turmalin s. bis n. s.; Granat h.; Staurolith s. bis h.; Magnetit hh.; Apatit s. bis n. s.; Kaliglimmer h.

73. In den zwischen den unterpleistocänen Sanden lagernden Thonen der Untermainebene fand ich den Anatas bei Amorbach und Soden.

74. Auch im Löss habe ich Anatas gefunden, und zwar bei Würzburg, Heidingsfeld, Mergentheim, Hörstein und Goldbach im Spessart, im Birkenauer Thal bei Weinheim und bei Plagwitz in Schlesien; im letzteren auch Brookit. Der Löss des Mainthales enthält im Uebrigen dieselben Mineralien, wie die Sande, nur meist kleiner.

75. Sand der Eder bei Wildungen: Anatas ss., stark abgerollt; Zirkon hh.; Rutil h.; Magnetit hh.; Granat s.; Turmalin h.; Apatit h.; Titanit n. s.; Kaliglimmer s.

Schluss.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen lassen sich kurz in Folgendem zusammenfassen:

1. Der mikroskopische Zirkon fehlt in den Urgebirgs- und Sedimentär-Gesteinen fast nie, er kommt auch in sehr vielen Eruptivgesteinen vor. Seine weite Verbreitung in den Basalten und Doleriten war bis jetzt nicht bekannt.
2. Der Rutil ist ebenfalls in fast allen Urgebirgs- und Sedimentär-Gesteinen enthalten und findet sich auch im Schutt der Granite, Porphyre, Diabase, Basalte und Dolerite.
3. Der mikroskopische Anatas ist ein sehr verbreitetes Mineral in zersetzten krystallinischen und Sedimentär-Gesteinen

und tritt in diesen hauptsächlich in zwei Typen auf, wovon der eine von der Grundpyramide und basischen Endfläche gebildet wird und tafelförmig oder pyramidal entwickelt ist, während der andere von einer stumpfen Pyramide zweiter Ordnung und der Grundpyramide gebildet wird und linsenförmige Krystalle bietet.

4. Der mikroskopische Brookit findet sich in gleicher Verbreitung wie der Anatas und erscheint in dünnen oder dickeren Tafeln mit vorherrschendem makrodiagonalem Flächenpaar und untergeordnetem ∞P, $\breve{\bar{P}}2$, $2P\infty$, $0P$, $\frac{1}{2}P\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$.

5. Anatas und Brookit kommen niemals in den frischen krystallinischen Gesteinen vor, sondern entstehen erst bei der Zersetzung derselben.

6. Anatas und Brookit sind in den Sedimentär-Gesteinen theils neu gebildet, theils auf secundärer Lagerstätte enthalten.

7. Der Pseudobrookit kommt im zersetzten Basalt und Phonolith des Kreuzberg-Stockes in der Rhön vor und ist beim Verwittern dieses Gesteins entstanden.

8. Von allen in den Sedimentärgesteinen vorkommenden Mineralien verdient der Staurolith für Schlüsse auf die Abstammung dieser Gesteine aus den verschiedenen Urgebirgsgesteinen besondere Berücksichtigung.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. Besonders häufige Formen der Zirkonkrystalle.

Fig. 5. Zirkonkrystall aus dem Granit von den Fuchsbergen bei Striegau, $\infty P . P . 3P3$, mit Einschlüssen von Apatit und Gasporen, 0,27mm gross.

Fig. 6. Zirkonkrystall aus einem chinesischen Granit, zeigt verschiedene innere und äussere Ausbildung und Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, 0,14mm. gross.

Fig. 7. Zirkonkrystall aus dem Granit von Striegau, mit Gasporen und einem 0,045mm grossen Einschluss mit Zwillingsbildung.

Fig. 8. Parallel der Haupttaxe verwachsener Zirkon von Oberbessenbach im Spessart, 0,14 mm gross.

Fig. 9. Rutilzwilling mit Einlagerungen aus dem Staurolithgneiss des Spessarts.

Fig. 10. Rutilkrystall mit Zwillingsstreifung nach $P\infty$ und Zwillingsbildung nach $3P\infty$ aus dem Buntsandstein von Höfel bei Löwenberg in Schlesien; die gleichartig orientirten Theile sind dunkler schraffirt, 0,13 mm gross.

Fig. 11. Anataspyramide aus dem Lettenkohlensandstein von Würzburg; 0,09 mm gross.

Fig. 12. Anatastafel aus dem Rothliegenden von Rossdorf bei Darmstadt, 0,12mm gross.

Fig. 13. Verzerrte Anatastafel aus dem körnigen Kalk von Gailbach bei Aschaffenburg; 0,08 mm gross.

Fig. 14. Anataskrystall mit $0P$, P, $P\infty$, $\frac{1}{m}P$ und $\frac{1}{m}P\infty$ aus dem Staurolithgneiss von Glattbach; 0,12 mm gross.

Fig. 15. Anataskrystall mit $0P$, P, $P\infty$, $\frac{1}{m}P$ und mPn aus dem Buntsandstein von Plagwitz bei Löwenberg in Schlesien; 0,07 mm gross.

Fig. 16. Anataskrystall, $\frac{1}{m}P\infty . P . P\infty . \frac{1}{m}P$, aus dem Granit von den Fuchsbergen bei Striegau, 0,16 mm gross.

Fig. 17. Anataskrystall von demselben Ort, parallel einer Fläche ∞P gelagert, mit $\frac{1}{m}P\infty$, P und $\frac{1}{m}P$.

Fig. 18. Anataskrystall, durch Verwachsung mehrerer Tafeln der Form $\frac{1}{m}P\infty . 0P . P$ gebildet, aus dem vererzten Wurzelrest im Schilfsandstein von Sugenheim, 0,22 mm gross.

Fig. 19. Anataskrystalle der Form $0P . P . \frac{1}{m}P\infty$ aus dem Weissliegenden von Grossenhausen bei Gelnhausen; 0,09 mm gross.

Fig. 20, 21 und 22. Anataskrystalle der Form $\frac{1}{m}P\infty . 0P . P$ aus dem Stubensandstein von Ebern in Unterfranken.

Fig. 23. Brookitkrystall, $\infty\bar{P}\infty . \infty P . \breve{P}2 . 0P$, aus dem zersetzten Granit zwischen Klösterle und Wasserfall bei Rippoldsau; 0,16 mm gross.

Fig. 24. Brookitkrystall aus dem Granit von Striegau, $\infty P\infty . \infty P . \breve{P}2 . 2\breve{P}\infty . \frac{1}{2}P\infty$, 0,22 mm gross.

Fig. 25. Brookitkrystall aus dem Zechstein-Dolomit von Görisseiffen in Schlesien, mit regelmässig angeordneten Einlagerungen, 0,10 mm gross.

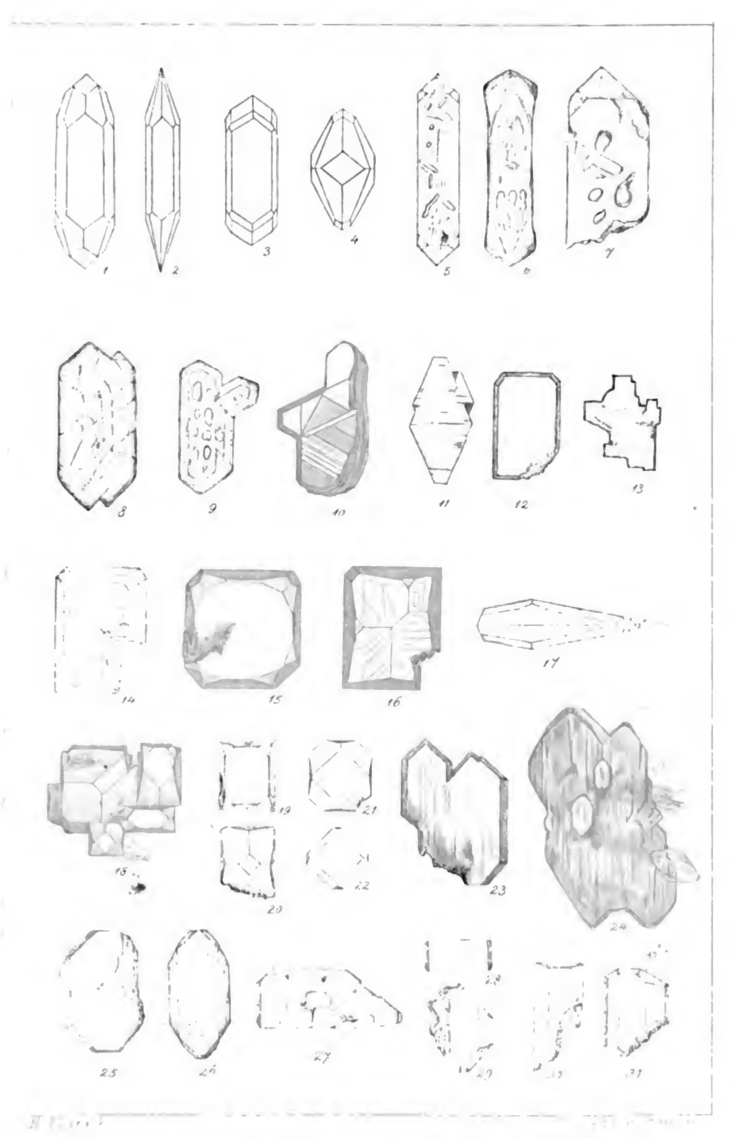
Fig. 26. Brookitkrystall mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $\breve{P}2$ und $0P$ und $2\breve{P}\infty$ aus dem Triasdolomit von Fully im Kanton Wallis; 0,055 mm gross.

Fig. 27. Brookitkrystall, $\infty P\infty . \infty P . 0P . \breve{P}2$ aus dem Kohlensandstein von Skalitz in Mähren; 0,15 mm breit.

Fig. 28. Brookitkrystall mit $\infty\bar{P}\infty$, ∞P, $0P$ und $\breve{P}2$ aus dem Infraliassandstein von Burgpreppach in Unterfranken; 0,07 mm gross.

Fig. 29. Brookitkrystall aus dem Grobkalk von Vaugirard bei Paris, dicke Tafel mit $\infty P\infty$, ∞P, $\breve{P}2$ und $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$.

Fig. 30 und 31. Pseudobrookitkrystalle aus dem Basaltschutt vom Kreuzberg in der Rhön.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
31

Die Käfer der unterpleistocänen Ablagerungen bei Hösbach unweit Aschaffenburg.

Beschrieben von

K. FLACH.

(Mit Taf. VIII u. IX.)

Bevor ich es versuche, eine genauere Schilderung der einzelnen in den Hösbacher Thonlagern sich findenden Coleopteren zu geben, will ich einiges über deren Vorkommen und meine bei der Untersuchung angewendeten Methoden vorausschicken.

Beim Sammeln an Ort und Stelle fallen vor allem grosse schwarzbraune Schieferkohlenplatten ins Auge, deren in feuchtem Zustande recht zähe Consistenz es gestattet, sie in ganz dünne Blättchen zu spalten bezw. zu zerreissen. Zwischen denselben erscheinen dann, solange sie frisch sind, grüne, blaue, seltener schwarze glänzende Flecke, die sich als Donacien- und Carabicinen-Reste ausweisen. Letztere sind zwischen die Kohlenplatten gleichsam gepresst und in feuchtem Zustande noch ziemlich gut kenntlich; tritt aber Luft hinzu, so verlieren sie in kurzer Zeit Farbe und Glanz, die ebene gepresste Oberfläche wird gerunzelt und bald ist alles unkenntlich. Hier fand ich nur den Ausweg, die Sachen bis zur Vergleichung nass zu halten; eine theilweise Conservirung lässt sich nur mit Hülfe der unten angegebenen Methode bewerkstelligen.

Günstiger stellen sich die Verhältnisse bei den tieferen Schichten. Sucht man in den grauen und dunklen, oft sehr zähen Thonmassen auch manche Stunde vergebens, schliesslich wird die Ausdauer durch oft überraschend schön erhaltene Reste belohnt. Während nämlich die in der Mooskohle eingeschlossenen Thiere offenbar durch plötzliche Ueberlagerung mit Schlamm zerdrückt und gequetscht wurden, hatten die tiefer sich findenden, aus zerfallenen Chitinpanzern bestehenden Rudimente bei der langsamen Ablagerung der feinen Massen Zeit, sich durch allseitige Thonumhüllung vor Druck zu bewahren. Beim ersten Anblick glaubt man fast recente Thiere vor sich zu haben, bis

die mit dem Eintrocknen rasch eintretende Farbenveränderung, das Abschilfern in haardünnen Plättchen und der schliessliche Zerfall des Ganzen nur zu deutlich zeigen, dass aber und aber Jahrtausende seit jener Zeit verflossen sind, in der die Thierchen hier ihr Grab fanden.

Soweit es nun möglich war, habe ich eben gefundene Käfer sofort untersucht und gezeichnet; zur Aufbewahrung fand ich nach verschiedenen misslungenen Versuchen (mit langsamem Trocknen, Ueberstreichen mit Wasserglas u. s. f.) als beste Methode die, den Thon von unten und den Seiten her mit successive stärkerem Gummi-Wasser vollsaugen zu lassen. Die Oberseite bleibt dabei intakt, während der eintrocknende Gummi das Object an der Unterlage fixirt.

Von den Chitintheilen sind natürlich Thorax und Elytren als die härtesten am besten erhalten, die Köpfe, wohl ihres zusammengesetzten Baues und desshalb leichteren Verfalles wegen, selten brauchbar (nur Otiorhynchus-Rüssel hielten sich gut). Von Beinen sind wenig Reste, von Fühlern kaum Spuren vorhanden.

Ueber die Flora gibt uns die Fundstelle nur dürftigen Aufschluss. Die in den obersten Schichten häufigen Hypnen mit Carex- und Menyanthes-Saamen verschwinden nach unten vollständig, am spätesten Carex. Von Blättern sind hauptsächlich solche von Monocotyledonen zu finden (u. a. Potamogeton graminifolius), von Dicotylen sah ich nur ein Blattstück einer Salix, sowie eines von Vaccinium. Doch geben die in den tieferen Lagen stellenweise zahlreichen schwarzen schiesspulverartigen Körnchen (Saamen zweier Galium, die sich auch bei Seligenstadt finden!) Kunde vom Vorhandensein weiterer Dicotylen. Zu erwähnen bleibt noch eine obere Schicht im 4. Pflanzenlager, die durch reichliche Nadelüberreste, sowie ihre Fauna sich als Waldboden charakterisirt. Unter letzterem kommt ein dunkler Thon mit breiten silberglänzenden Blattresten. (Wasserpflanzen?)

Da mein Beruf mir leider wenig Zeit zum Besuche der Oertlichkeit lässt, bin ich nur selten im Stande, die Schicht der einzelnen Vorkommnisse näher anzugeben.

Unter den Coleopteren-Familien ist der Artenzahl nach die der Carabiden am stärksten vertreten und finden sich:

Carabidae.

Carabus L. Aus der in unserem Gebiete gegenwärtig durch 14 zum Theil stattliche Arten vertretenen Gattung fanden sich bis jetzt nur 2 D.[1]) und 2 H.[2]). So sehr dieselben im Allgemeinen mittelgrossen Stücken des C. granulatus L. zu entsprechen scheinen, veranlasste mich doch ein auffallender Unterschied, die Rudimente als einer ausgestorbenen Form angehörig zu betrachten: es fehlt nämlich zwischen der ersten Körnerreihe und der erhabenen glatten Naht fast jede Spur der bei C. granulatus L. stets deutlichen glatten Rippe, eine Eigenthümlichkeit, zu der unter den mir bekannten Carabus-Arten nur der Car. Maeander Fisch. aus dem hohen Norden Amerikas hinneigt. Ich nenne die Art (Rasse?)

C. Thürachii m. zu Ehren meines lieben Freundes und Mitarbeiters, der die erste Anregung zu dieser Arbeit gab. Diag. Car. obscure aeneus vel aeneo-niger, prothorace fere quadrato, angulis posticis vix productis, elytris subdepressis, postice subdilatatis, singulo costis duabus triplici tuberculorum serie alternis, interstitiis rugulosis. (Tafel VIII. Fig. 1.)

Der jetzt lebende C. granulatus L. ist in der Gegend ziemlich häufig; er liebt gleichfalls sumpfige Orte; seine Verbreitung erstreckt sich über ganz Mittel- und Nordeuropa, ohne dass er im Süden gänzlich fehlt.

Cychrus F. Die zierliche Gattung, deren Arten als echte Wald- und Gebirgsbewohner zu bezeichnen sind, ist in der Gegend jetzt noch durch 2 Species vertreten. Bei Hösbach fand ich fossil 2 Paar D. von

C. rostratus L. (Tafel VIII. 2.)

Während diese hier ziemlich seltene Art gegenwärtig eine Form zeigt, die zu der grösseren Rasse (elongatus Dej.) hinneigt und grobgekörnte D. hat, gehören die vorliegenden 2 Stücke einer viel kleineren, feiner gekörnten Rasse an, wie sie jetzt nur höheren Gebirgen eigenthümlich ist. Das abgebildete Stück fällt durch schmale Gestalt

---

[1]) D. (hier und im folgenden) = Deckschild.
[2]) H. (hier und im folgenden) = Halsschild.

auf. Spuren von 3 Körnerreihen sind deutlich vorhanden, die Körner selbst nur wenig zusammengeflossen.

C. rostratus L. findet sich im ganzen mittleren und nördlichen Europa, wird im Süden sehr selten. Auch in den russ. Ostseeprovinzen.

Chlaenius Bon. Jetzt noch sechs Arten im Gebiete. In den Hösbacher Schichten finden sich 2 weitere von denen:

Chl. 4-sulcatus Ill. (Tafel VIII. 3. a. b.)
in den tieferen Pflanzenlagern ziemlich häufig ist. Die im frischen Zustande meist schön goldgrünen D. werden beim Trocknen rasch schwarz-metallisch; nur einmal fand ich frisch die 3 erhabenen Rippen kupferröthlich. Letztere sind vielfach von groben Punkten unterbrochen, die Interstitien, durch zusammenfliessende Hohlpünktchen chagrinirt, zeigen beiderseits eine fein eingedrückte Linie.

Das viel seltener vorkommende H. zeigt eine grobe chagrinartige Punktirung in derselben Vertheilung, wie die recente Form.

Die zur Beurtheilung der Verhältnisse wichtige, im ganzen Erscheinen unverkennbare Art hat sich jetzt auf Nordost-Deutschland zurückgezogen; doch ist sie auch hier grosse Seltenheit und scheint auf dem Aussterbe-Etat zu stehen. Ihre Verbreitung erstreckt sich über die Ostseeprovinzen bis Sibirien, immer als Seltenheit.

Die andere Art kann ich mit keiner bekannten identifiziren. Ich nenne sie zu Ehren ihres Entdeckers, Herrn Bahnverwalters Dietz

Chl. Dietzii m. thor? elytris opacis (exsiccat. nigris), striis paulum profundis, remote punctatis, interstitiis subtilissime rugulosis et punctatis. (Tafel VIII. 4.)

Nur ein trockenes Stück aus der Mooskohle (ist mir desshalb noch etwas zweifelhaft).

Patrobus Dej. Der an feuchten Orten selten im Gebiete vorkommende

P. excavatus Pkll. ist durch einige H. und zahlreiche D. vertreten. Erstere zeichnen sich vorzüglich durch eine Gruppe tiefer Punkte hinter dem Vorderrande, sowie durch tiefe punktirte Basalgruben aus; letzteres Merk-

mal wird bei stärker gedrückten Stücken undeutlich, sie erscheinen auch breiter, so dass ich früher glaubte, den Carabites diluvianus Heer aus den Schweizer Schieferkohlen vor mir zu haben. Doch stimmt die Abbildung nicht recht. (Taf. VIII. 5a.)

Die glänzend schwarzen, innen stark, nach aussen erlöschend punktstreifigen D. (Taf. VIII. 5b.) gleichen in jeder Beziehung der recenten Form.

Verbreitet über Mittel- und Nordeuropa, in den Ostseeprovinzen stellenweise häufig.

Feronia Latr. Diese artenreiche Gattung ist zunächt vertreten durch ein grosses D. der Untergattung Poecilus. In feuchtem Zustande goldgrün und fein scharf gestreift wurde selbiges durch Trocknen fast unkenntlich. Aus der Moosschicht.

Das Subgen. Platysma Bon. vertritt ein H. der

F. oblongopunctata F., einer noch jetzt hier häufigen Art. Die Form der Hinterecken, die nicht flach abgesetzten Seitenränder, die grössere Breite vor der Mitte unterscheiden dasselbe deutlich von der nahe verwandten Pl. vitrea Dej. (Taf. VIII. 6.)

Häufig in Mittel- und Nordeuropa; ist noch am Nordcap in Norwegen (71° 10′ n. B.) zahlreich gefunden, ebenso in den Ostseeprovinzen.

Von Steropus Meg. ist vorhanden:

F. aethiops Panz. in einem H. Als nächsten Fundort des Gebirgsthieres kenne ich den Schwarzwald. Unterscheidet sich von dem hier häufigen St. concinnus St. durch seine Kleinheit, breitere nach hinten verengte Gestalt und den Mangel der Strichel in den Basalgruben.

Verbreitet in den Gebirgen Mitteleuropas, den Ebenen des Nordens, in Russland und Sibirien. In den Ostseeprovinzen einziger Steropus.

Zu Pterostichus Bon. gehört wahrscheinlich ein grösseres herzförmiges H. mit nur einem glatten schräg gegen die Medianfurche nach vorne convergirenden Eindruck in jeder Hinterecke. Auch grosse, aber schlecht erhaltene schwarze Feronienflügel in der Waldbodenschicht zahlreich.

Vom Subgen. Argutor Meg. ist die

F. diligens St. wie noch jetzt ziemlich häufig. (Taf. VIII. 8.) Mehrfach gefundene H. zeigen eine stärkere Punktirung der Basis, wie es nur selten unter der Stammart jetzt vorkommt. Die starke Mittelrinne ist wohl Folge des Drucks. Auch die D. stimmen gut mit forma recens, dabei finden sich aber auch kleinere enger gestreifte (wahrscheinlich andere Art!)

Von den nordischen F. boreella und Wasastjernae J. Sahlberg liegt mir leider kein Vergleichsmaterial vor.

Die Art ist über Mittel- und einen Theil von Nordeuropa verbreitet, in den Ostseeprovinzen selten.

Das Subgen. Abax Bon. vertreten wohlerhaltene Reste von

F. parallela Dftschm. Die seltenen H. und 2 D. stammen aus der Waldbodenschicht. F. parallela charakterisirt sich durch geringere Grösse, unpunktirte Basalgruben des H., stark vortretenden Schulterzahn und glatte tiefe Streifung der D.

Häufiger Wald- und Gebirgskäfer des mittleren Europa, fehlt in den Ostseeprovinzen.

Amara Bon. Die jetzt durch zahlreiche Arten in der Gegend vertretene Gattung fand sich in zwei Formen.

A. aulica Panz. Zwei in der Grösse etwas verschiedene Thoraxhälften, vor allem charakterisirt durch feine etwas runzelige Punktirung hinter dem Vorderrande, zwei tiefe stark punktirte, in einer Grube stehende Eindrücke neben den scharf nach aussen vorspringenden Hinterecken; letztere bilden auch den Unterschied gegenüber der nahe verwandten A. convexiuscula und torrida, obgleich die Grösse eher mit letzterer stimmt. (Taf. VIII. 9.)

Ist jetzt über Mittel- und Nordeuropa verbreitet, in der Gegend recht selten, anderwärts häufig, auch in Curland und Finnland.

A. famelica Zimmerm. Ein Paar aus der Potamogeton-Schicht stammende Decken gehören einer bronzefarbenen Art aus der Verwandtschaft der A. spreta Dej. an. Ausser der etwas grösseren Gestalt und fast unpunktirten feineren

Streifung besitzen dieselben eine Eigenthümlichkeit, die ich nur bei dem einen Stücke der A. famelica, das mir vorliegt, wiederfinde: der erste Rückenstreif zieht sich im Beginn des unteren Drittels hart neben den Nahtstreif und verläuft dann vertieft mit demselben bis zur Spitze. Von einem abgekürzten Scutellarstreifen ist nichts zu bemerken. (Taf. VIII. 10.)

Diese in Deutschland äusserst seltene, in der Gegend fehlende Art, besitzt ihre Hauptverbreitung im Nordosten bis Sibirien.

Trechus Clairville. Diese kleinen und zierlichen Ufer- und Gebirgsbewohner sind hauptsächlich vertreten durch

Tr. rivularis Gyll. Zahlreiche aus allen Schichten stammende Reste zeigen die unverkennbare Skulptur der interessanten Form.

Die Decken zeichnen sich aus durch glänzend pechschwarze, selten braune Farbe mit meist lichterer Spitze, drei glatte tiefe Furchen neben der Naht, die nach aussen kürzer werden (ein vierter Streifen nur angedeutet), 5 tiefe Punkte im äussersten Randstreif hinter der Schulter und einen nur im hinteren Drittel vorhandenen tieferen äusseren Streifen, der vorn 1—2 tiefere Punkte trägt. (Taf. VIII. 11.)

Eine nordische äusserst seltene Art, im nordöstlichen Deutschland in sehr wenigen Stücken gefunden, auch im nördlichen Skandinavien und Schottland selten, einigemale in den russischen Ostseeprovinzen.

Auch von anderen Trechus-Arten sind einzelne bis jetzt nicht näher bestimmbare Reste gefunden.

Bembidium Latr. Sumpf- und Uferkäferchen, von denen

B. assimile Gyll. durch ein Deckschild vertreten ist. Stimmt gut auch in der helleren Spitzenfärbung und dem kleinen Fleck am Seitenrande mit der hier häufigen Art. (Taf. VIII. 12.)

Ganz Mittel- und Nordeuropa häufig, auch in den Ostseeprovinzen.

Dytiscidae.

Wasserkäfer sind in allen Lagern vertreten, aber schlecht erhalten. Erkennbar:

Colymbetes Clairville. Aus dieser Gattung fand ich die Unterseite einer grossen Art, die sich durch die feinen meist bogenförmigen Nadelrisse als hieher gehörig leicht erkennen lässt. Die stärkere Skulptur der Mittelfläche des Metasternums zeigt auch, dass das Stück nicht zu dem hier häufigen C. fuscus L., sondern wahrscheinlich zu dem C. striatus L., der im ganzen Norden häufig ist, gehört.

Zahlreiche weitere Ueberreste von Dytisciden bilden theils in der Mooskohle, theils in den tieferen Schichten schwarze, dem blosen Auge glatt scheinende Flecken. Einige scheinen nach Grösse und mikroskopischer Oberflächenbildung zu Ilybius (ater Deg?), andere zu Agabus Leach zu gehören.

Auch 3 noch nicht sicher bestimmte schwarze Hydroporus aus dem 4. Pflanzenlager liegen vor.

Hydrophilidae.

Die clavicornen Wasserkäfer sind vertreten durch

Hydrobius Leach.

H. fuscipes L. scheint nicht selten gewesen zu sein und ist am zahlreichsten in den blauen und braunen Thonen. Ich besitze Kopf, H. und D. eines Stückes, die in jeder Beziehung, sogar der Vertheilung der groben Punkte an den H.-Seiten aufs genaueste mit dem hier gemeinen Thier übereinstimmen. Die Oberseite ist erzfarbig

Allerwärts, auch im Norden und Nordosten häufig.

Hydraena Kugelann. Von den meist in fliessendem Wasser an der Unterseite von Steinen sitzenden Thierchen fand ich ein Paar D., welche vielleicht der H. riparia Kug. angehören (Taf. IX.). Die sehr eng punktstreifigen D. sind schwärzlich, fast metallisch und mit obiger Art verglichen etwas zu breit. (Taf. IX. 1.)

Deutschland, Finnland, Schweden gemein, seltener in den Ostseeprovinzen.

Cyclonotum E. Von den hier noch jetzt häufigen

C. orbiculare F. fand ich 1 H. und mehrere D. in der Mooskohle. Die letzteren etwas stärker und dichter als bei unserer recenten Form punktirt, sonst ist der glänzend schwarze Käfer kaum unterschieden. (Taf. IX. 2.)

Europa, in Norwegen und den Ostseeprovinzen häufig.

Cercyon Leach — hievon mehrere noch nicht bekannte D. (Taf. IX. 3.)

Staphylinidae.

Dass auch diese Familie zahlreich wie noch jetzt am Rande der Sümpfe vorkam, beweisen die überall durch die Lettenlager verbreiteten schuppenförmigen Decken. Doch ist es mir bei der bekannten Schwierigkeit der Bestimmung nicht gelungen, mit Sicherheit die Arten zu erkennen. Die meisten gehören Philonthus-Arten an, auch 2 Stenus fand ich darunter, von denen ich den einen der mikroskopischen Oberflächenbildung wegen in die Nähe des St. Juno stelle. (Taf. IX. 4.)

Cistelidae.

Citylus Er.

C. varius F., einige Deckschilder der Art aus dem oberen Pflanzenlager; von den glänzenden Würfelflecken sind nur bei einem Andeutungen zu sehen, doch stimmt die Anordnung der Streifen vollständig. Die Zwischenräume fein runzlig gekörnt, Farbe kohlschwarz, matt.

In ganz Europa bis zum Norden, Skandinavien, Ostseeprovinzen häufig. (Taf. IX. 5.)

Silphidae.

S. (Phosphuga) atrata. Durch zwei D.-Abdrücke vertretenes allenthalben gemeines Thier. (Taf. IX. 6.)

Curculionidae.

In den Mooskohlen sehr selten, nehmen die Rüsselkäfer in den tieferen Schichten an Häufigkeit zu. In einer gewissen schwarzbraunen, sehr zähen, aber beim Trocknen leicht zerfallenden Thonschicht, die wahrscheinlich dem 3. oder 4. Pflanzenlager angehört, fanden sich früher sehr zahlreiche Curculioniden-

überreste, meist Erycus- und ähnliche Arten. Leider kam ich zur gehörigen Ausbeutung der Stelle zu spät. Es sind erkennbar:

Otiorhynchus Germ.

O. niger Fbr. Hierher ein Paar defekte D. Weitere Reste sind zur näheren Vergleichung zu schlecht erhalten. Auch Rüssel und ganze Köpfe finden sich vor.

O. niger findet sich am zahlreichsten in den Alpen und deutschen Mittelgebirgen, geht aber einzeln bis Königsberg; fehlt in den Ostseeprovinzen Russlands.

Erycus Tourn.

E. aethiops F. Ein gut erhaltenes D. gleicht vollständig den mir vorliegenden Lappländer-Stücken. (Taf. IX. 7.)

Die in der Gegend fehlende nordische Art ist auch in den Ostseeprovinzen selten.

E. acridulus L. Neben ziemlich vielen unkenntlichen Stücken, die der Gattung angehören, waren einige, die sehr wohl mit obigem, noch jetzt hier häufigem Käfer stimmen. Auch entsprechende H. und ein leider etwas zerquetschter Rüssel (Taf. IX. 8 a. b. c.) liegen vor.

Als gemeiner Sumpfkäfer bis in den Norden verbreitet, auch in den Ostseeprovinzen.

Apion Herbst. Hierher ein Paar kleine D., darunter ein schwarzes aus der Trifolii-Gruppe. (Taf. IX. 9).

Chrysomelidae.

Von den Blattkäfern fanden sich einzeln

Timarcha Latr.

T. metallica Laich. Ein ziemlich grosses, flach gedrücktes D., frisch kupferfarbig, beim Trocknen dunkel geworden. Die im Verhältniss zu T. coriaria L. schwache etwas runzliche an den Rändern erlöschende Punktirung stimmt gut zu der hier einzeln sich findenden Art.

Gehört den mitteleuropäischen Gebirgen und deren Ausläufern an und fehlt im Norden ganz. (Taf. IX. 10.)

Prasocuris Latr.

P. aucta v. egena Zgl. Ein D. stimmt in Streifung mit der hier häufigen Art (P. aucta F.), ist aber dunkelviolett und ohne rothen Rand, wesshalb ich es auf obige seltene Varietät beziehe. (Taf. IX. 11.)

Die Stammform geht als häufiger Käfer weit nach Norden, ist auch in den Ostseeprovinzen häufig, die Varietät scheint wenig beobachtet und wird von *v. Heyden* für Frankfurt a/M. angegeben.

Donacia F. Die Hauptmasse der vorhandenen Käferüberreste besteht aus den Formen dieser noch jetzt bei uns artenreichen Gattung. Ihre bei den meisten Stücken entweder bronzegrünen oder kornblumenblauen bis blauschwarzen Decken sind in Menge zwischen die Schichten des Mooslagers eingestreut. Sie sind von einem fettglänzenden Hofe umgeben, der sich bei näherer Betrachtung aus den völlig zerquetschten übrigen Körpertheilen des Thieres bestehend erweist. Erkennbar ist hie und da noch ein bezahnter Hinterschenkel, Theile des Meso- und Metathorax oder auch die Fläche des H. Die schwierig zu bestimmenden Formen gehören nur wenigen Arten an.

An sicher deutbaren Formen finden sich:

D. Sagittariae F. = bicolora Zettst. Die zahlreichsten vorliegenden Donacien gehören zu der schwierigen Formenreihe, welche sich um obige Art gruppirt. Die eigentliche D. Sagittariae (Taf. IX. 12) findet sich nicht selten, bisweilen mit dunkelblauer Oberseite.

Jetzt noch in der Gegend häufig, über Deutschland, Schweden, Finnland und Ostseeprovinzen verbreitet.

D. obscura Gyllh. und

D. thalassina Grm. Hierher ziemlich häufige schmalere und kleinere D. mit matterer Oberseite. (Taf. IX. 13.)

D. fennica Payk. Von dieser durch nicht metallische rothgelbe Deckschilder ausgezeichneten Art ein D.

Schweden, Finnland, Ostseeprovinzen, auch in Norddeutschland.

D. sericea L. und

D. discolor Pz. Hierher zu beziehende Stücke häufig. Fast durchgehends schön kornblumen- bis schwarzblau mit tiefer starker Skulptur (Querrunzelung und Streifung). Diese var. violacea Gyllh., früher wie es scheint ausschliesslich hier vorkommend, ist jetzt selten, auch in den Ostseeprovinzen. (Taf. IX. 14.)

Ein Ueberblick über die im vorausgehenden besprochenen Käfer zeigt folgende Reihe mit voller Sicherheit bestimmter Arten:

1. Carabus Thürachii m. (granulatus F.)
2. Cychrus rostratus L.
3. Chlaenius 4-sulcatus Ill.
4. Feronia oblongopunctata F.
5. „ aethiops Pz.
6. „ diligens St.
7. „ parallela Dftschm.
8. Patrobus excavatus Pkll.
9. Amara aulica Panz.
10. „ famelica Zimm.
11. Trechus rivularis Gyllh.
12. Bembidion assimile Gyllh.
13. Colymbetes striatus L.
14. Hydrobius fuscipes L.
15. Cyclonotum orbiculare F.
16. Citylus varius F.
17. Erycus Aethiops F.
18. „ acridulus L.
19. Otiorhynchus niger F.
20. Timarcha metallica Laich.
21. Prasocuris aucta F.
22. Donacia Sagittariae F.
23. „ fennica Payk.
24. „ sericea L. und discolor Pz.
25. Silpha atrata L.

Nach der Verbreitung zerfallen diese Formen zunächst in zwei Hauptgruppen (wenn wir von der spezifischen Art 1 absehen).

1) die Arten 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, und 25 gehören noch jetzt dem Gebiete an und sind zum Theil häufig. Hiezu kommen 5 und 19 als in der Gegend fehlende, doch mitteldeutsche Käfer, im ganzen also ca. 70%, noch vorkommende Thiere.

2) die Arten 3, 10, 11, 13, 17, 23 sind jetzt als nordische oder nordöstliche zu bezeichnen. (Alle kommen aber noch in Deutschland vor.) Also ca. 30%.

Gruppe 1. zeigt aber ausser den zugleich mittel- und

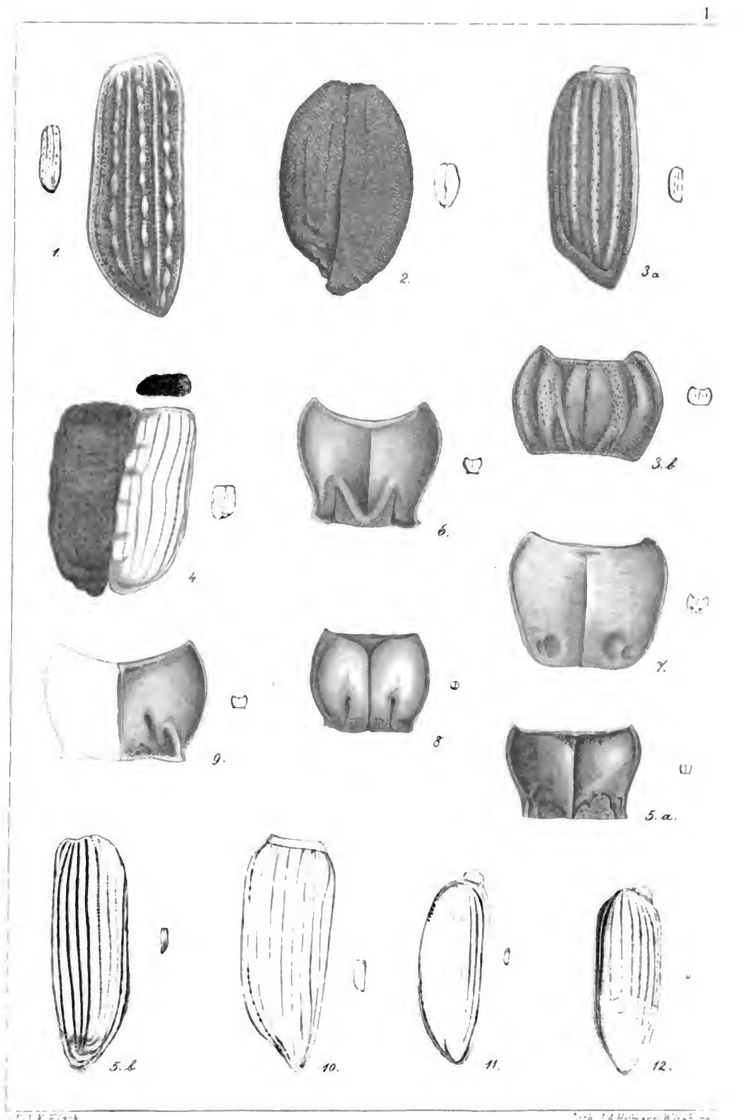
nordeuropäischen noch einige Formen, die nur den Gebirgen Mitteleuropas eigen sind, also im Norden fehlen. Es sind 7, 19, 20, also ca. 12 % des Ganzen.

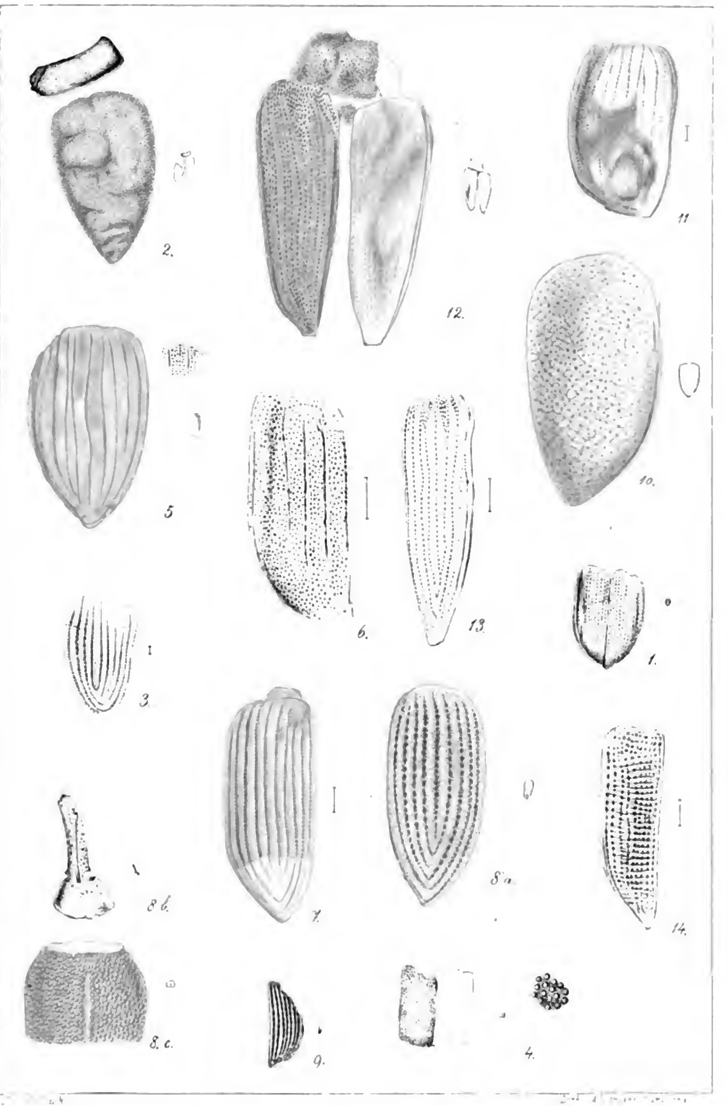
So lässt sich im Allgemeinen der unterpleistocäne Faunen-Charakter als nordöstlich mit Beimischung einiger dem mitteleuropäischen Einwanderungsgebiet angehöriger Formen bezeichnen.

Es sind auch vorzüglich diese letzteren ein Beweis dafür, dass zur fraglichen Zeit kein vollständig kaltes Klima geherrscht und dass selbes vielleicht dem nordostdeutschen entsprochen hat.

Im Vergleich mit den Schieferkohlen-Vorkommnissen von Dürnten und Utznach finden wir zwar den von Prof. *Heer* angegebenen im allgemeinen analoge Verhältnisse, aber der Mangel an nordischen Formen in der Schweiz deutet doch auf einen ziemlichen Klima-Unterschied hin. Interessant ist auch hier wieder das massenweise Vorkommen der Donacien, die geradezu als Leitfossilien unserer Bildungen zu betrachten sind. Sie finden sich unter solchen Verhältnissen von Südfrankreich durch die Schweiz und Deutschland bis in das Forest-bed der Norfolk-Küste. Auch der Zusammenhang der Seligenstädter Braunkohlen mit der Hösbacher Bildung haben Freund *Thürach* und ich bei gemeinsamem Besuche durch Donacien-Reste nachweisen können.

Weitere Beobachtungen über den Gegenstand werde ich später in Nachträgen liefern.


1.
2.
3 a
3. b
4.
6.
7.
9.
8
5. a.
5. b
10.
11.
12.


2.
12.
11
5
10.
6.
13.
1.
3
7.
8 a.
8 b.
14.
8. c.
9.
4.

Myothermische Fragen und Versuche.

Von

A. FICK.

(Mit einer Tafel.)

Die Ueberschrift der nachfolgenden Mittheilungen soll andeuten, dass ich mindestens ebensoviel Gewicht lege auf die Fragestellung und deren Erörterung, als auf die thatsächlichen Ergebnisse der mitgetheilten Versuche. Trotz der vielen Zeit und Mühe, die ich auf die Versuche verwendet habe, ist es mir nämlich nicht gelungen, die gestellten Fragen mit ganz apodiktischer Gewissheit zu entscheiden, aber die Fragen selbst scheinen mir so fundamentaler Natur, dass ich sie schon jetzt mit dem gewonnenen Versuchsmaterial beleuchten will, in der Hoffnung, dass sich dadurch vielleicht auch andere Forscher angeregt finden, zu ihrer Lösung beizutragen.

Die eigentlich ursprüngliche Thatsache der Muskelphysiologie ist diese: Wenn man einem Muskelbündel einen Reizanstoss mittheilt, so wächst seine Spannung, die Verkürzung ist erst eine sekundäre Erscheinung, die überhaupt nur unter gewissen äusseren Bedingungen eintreten kann, während die Vermehrung der Spannung unter allen Umständen, insbesondere auch bei absoluter Verhinderung der Verkürzung eintritt. Wie man den zeitlichen Verlauf dieser Spannungsänderung bei gleichbleibender Länge untersuchen und graphisch darstellen könne, habe ich in meiner vor 2 Jahren veröffentlichten Abhandlung über „Arbeitsleistung und Wärmeentwickelung bei der Muskelthätigkeit (Leipzig Brockhaus 1882, Internationale Bibliothek Bd. LI.) ausführlich beschrieben und für die so erhaltene Curve den Namen „isometrische“ Zuckungscurve vorgeschlagen. und im Gegensatz dazu für die schon oft untersuchte Curve, welche ein masseloser Hebel zeichnet, an welchem dem Muskel eine konstante Kraft entgegenwirkt, den Namen der „isotonischen“ Zuck-

ungskurve. Selbstverständlich kann man ebenso auch den tetanischen Zustand des Muskels „isometrisch“ verlaufen lassen.

Es entsteht nun die Frage, ob während eines solchen Vorganges ein Vorrath von mechanischer potentieller Energie vorhanden ist, der zu mechanischer Leistung verwendbar ist, ohne dass diese mechanische Leistung durch einen neuen besonderen Aufwand an potentieller chemischer Energie (durch eine neue Verbrennung) kompensirt zu werden brauchte. Auf den ersten Blick scheint es sich ganz von selbst zu verstehen, dass diese Frage unbedenklich zu bejahen sei. Man hat ja die potentielle Energie in der Kraft, mit welcher der Muskel an dem damit verknüpften Hebel zieht, sichtbar vor Augen und es scheint, dass sie bereit ist, ohne Weiteres mechanische Arbeit zu leisten, sowie man nur den Hebel ihrer Wirkung frei überlässt.

Wenn man diese Annahme zulässt, so folgt aus dem Princip der Erhaltung der Energie weiter: Im ersten Stadium einer isometrischen Zuckung wird nicht das volle Aequivalent der von den chemischen Kräften geleisteten Arbeit an Wärme im Muskel vorhanden sein, sondern ein Theil dieser Arbeit chemischer Kräfte ist zur Erzeugung der vorhandenen potentiellen mechanischen Energie verwendet. Es ist nun allerdings gar keine Aussicht vorhanden, diese Folgerung direkt experimentell zu prüfen.

Im zweiten Stadium einer isometrischen Zuckung muss natürlich die verschwindende potentielle mechanische Energie in Wärme verwandelt werden. Ob während dieses Vorganges auch noch von neuem chemische Kräfte Arbeit leisten und ein ferneres Wärmequantum erzeugen, ist nicht wohl auszumachen. Jedesfalls ist durch vollständigen Ablauf einer isometrischen Zuckung eine Wärmemenge im Muskel entstanden genau aequivalent der während derselben von chemischen Kräften geleisteten Arbeit.

Zur Erläuterung der entwickelten Anschauung will ich ein Modell beschreiben, das wenn man es herstellte, ganz ähnlich wie ein Muskel bei der Zuckung functioniren würde. Man stelle sich eine Anzahl flacher Dosen von Wellblech vor, wie sie in den Aneroidbarometern zur Verwendung kommen. Sie seien parallel über einander mit geeigneten Zwischenräumen im inneren eines sehr dünnwandigen Kautschukschlauches rings am Rande herum befestigt. In jeder der hermetisch geschlossenen luftleeren Dosen befinde sich ein gewisses Quantum Schiesspulver

und ein Körper, welcher die bei Verbrennung des Schiesspulvers entwickelten Gase rasch absorbirt. Jede Dose sei in der Mitte ihrer oberen und unteren Endfläche noch mit einem Häckchen versehen, und seien diese Häckchen so gestellt, dass sie in einander einspringen, wenn die obere Fläche der einen Dose sich der unteren der anderen bis zu einer gewissen Grenze nähert. Endlich sei noch eine Einrichtung angebracht, durch welche die Häckchen sehr kurze Zeit nach dem Einspringen wieder ausgelöst werden. Dies könnte durch eine neue Explosion bewerkstelligt werden oder auch ohne merklichen Aufwand von Arbeit.

Wir denken uns jetzt ein solches Modell oben und unten angeknüpft an unbewegliche starre Körper und zwar im leeren Raume, damit wir die beim Aufblähen der Dosen gegen den Luftdruck geleistete Arbeit vernachlässigen können. In einem gewissen Augenblicke werden nun die eingeschlossenen Pulvermassen gleichzeitig entzündet. Die Verbrennungsgase werden sofort die Dosen aufblähen und die Häckchen in einander einspringen. Da aber die Spannung der Gase durch die Absorption sofort aufhört, wird jede der Dosen vermöge der elastischen Spannung der Wellblechflächen ihrer ursprünglichen Gestalt zustreben, d. i. das ganze System wird sich wie ein gedehnter elastischer Strang verhalten. Die bei der Pulververbrennung von den chemischen Verwandtschaftskräften geleistete Arbeit hat erzeugt 1⁰ Wärme, 2⁰ potentielle mechanische Energie in Form elastischer Spannung. Der augenblickliche Wärmeinhalt des Systems ist also nicht der ganze Betrag der Verbrennungswärme des Pulvers einschliesslich der Absorptionswärme der Verbrennungsgase. Die potentielle mechanische Energie, welche einem Theile dieser Verbrennungswärme äpuivalent ist, kann zu mechanischer Arbeit verwandt werden, ohne dass von Neuem chemische Processe im Systeme statt zu finden brauchten. Natürlich ist dies nur möglich in der kurzen Zeit, während welcher die Häckchen ineinander gehängt bleiben. Wird nicht während dieser kurzen Zeit das untere Ende des Systems beweglich gemacht, so springen nach der vorausgesetzten Einrichtung die Häckchen wieder auseinander, die einzelnen Dosen schnellen wieder in ihre ursprüngliche Form zusammen, die zeitweise vorhanden gewesene Spannung (mechanische potentielle Energie) verschwindet und unter Vermittelung der inneren Reibungswiderstände der Wellbleche wird eine äquivalente Wärme-

menge im Systeme frei, so dass schliesslich die ganze Verbrennungswärme des Pulvers als solche im Systeme vorhanden ist. Man hätte also, wenn das untere Ende des Systemes befestigt bleibt, einen Vorgang ganz analog einer isometrischen Muskelzuckung vor Augen: durch Arbeit chemischer Kräfte entsteht Wärme und potentielle mechanische Energie und die letztere verschwindet nach kurzer Zeit wieder, indem an ihrer Stelle eine äquivalente Wärmemenge entsteht.

Würde dem Systeme, solange die Häckchen zusammenhalten, gestattet, sich mit allmähliger Entlastung[1]) zusammenzuziehen, so hätte man wie bei einer Muskelzuckung unter gewissen Umständen einen Theil der Arbeit der chemischen Verwandtschaftskräfte zu mechanischer Leistung definitiv verwendet und es wäre schliesslich weniger Wärme im System, als den stattgehabten Verbrennungen entspricht. Liesse man aber in einem Falle der letzteren Art die gehobene Last schliesslich wieder herunterfallen, so würde die zeitweise zu mechanischer Leistung verwendete Arbeit der chemischen Kräfte zuletzt wieder durch innere Reibung bei der Erschütterung in Wärme verwandelt sein und wir hätten die ganze Verbrennungswärme als solche im System und zwar wäre es genau dieselbe Wärmemenge, welche bei isometrischem Verlaufe des Vorganges entsteht, denn die zeitweise vollführte mechanische Leistung war ohne neue Verbrennung erfolgt lediglich auf Kosten der durch die ursprüngliche Verbrennung entstandenen potentiellen Energie. Das eigentlich Charakteristische des Vorganges an dem gedachten Modelle ist dies: Chemische Kräfte haben nur zu arbeiten in dem ersten Akte desselben, in welchem mechanische potentielle Energie neben Wärme erzeugt wird. Die erstere könnte dann beliebig lange bestehen und schliesslich beliebig verwendet werden, ohne dass dazu von neuem Verbrennungen erforderlich sein würden.

Es scheint, wie oben schon angedeutet, als müssten bei der Muskelzuckung analoge Beziehungen zwischen der Arbeit chemischer Kräfte und der mechanischen Energie stattfinden, da man ja eben die potentielle Energie als Spannung sichtbar machen kann, die zu mechanischer Verwendung ohne Weiteres bereit zu liegen scheint, man braucht ja — so sieht es aus — zu diesem

---

[1]) Siehe *Fick*, mechan. Arbeit etc. S. 43.

Zwecke nur den ans untere Ende des Muskels angeknüpften Körper der Spannung frei zu überlassen.

Ich will jetzt durch Erörterung eines anderen Modelles zeigen, dass jener Schein doch trügerisch ist und dass es möglich ist, eine sichtbare mechanische Spannung durch Aufwand chemischer Arbeit hervorzubringen, welche nicht zu mechanischen Wirkungen verwendbar ist, ohne dass von neuem chemische Anziehungskräfte eine Arbeit leisten.

Man denke sich eine eng gewundene Drahtschraube senkrecht herabhängend, oben und unten an unbewegliche Körper angeknüpft, ohne jede Spannung. Man lasse nun plötzlich den Strom einer galvanischen Kette in die Schraube eintreten, sofort wird sie durch die wechselseitige elektrodynamische Anziehung ihrer Windungen eine Spannung ausüben, die an einem „Spannungszeiger“ (wenigstens principiell) sichtbar gemacht werden könnte. Dieser Entstehung von Spannung oder anscheinend verfügbarer potentiellen mechanischen Energie entspricht auch offenbar ein Ausfall an entwickelter Wärme. In der That nach den bekannten Gesetzen der Induktion und der Wärmeentwickelung durch elektrische Ströme bleibt während des Schliessungsextrastromes die im ganzen System entwickelte Wärme zurück hinter dem Aequivalent der von den chemischen Kräften in der Kette während dieser Zeit geleisteten Arbeit. In Wirklichkeit ist aber diese potentielle mechanische Energie nicht ohne Weiteres verfügbar, denn um die Spannung überhaupt aufrecht zu erhalten, bedarf es eines fortdauernden Aufwandes von chemischer Arbeit in der galvanischen Kette, da die Spannung nur so lange besteht, als der Strom fliesst und mithin in der Kette chemische Processe stattfinden. Bei Oeffnung der Kette verschwindet die Spannung und dem entsprechend wird durch den Oeffnungsextrastrom mehr Wärme frei als dem chemischen Processe entspricht und so dem Princip der Erhaltung der Energie Genüge geleistet.

Wie sich dieses Modell bei mechanischer Wirkung nach Aussen bezüglich des gesammten chemischen Umsatzes verhalten wird, ist nicht leicht zu übersehen. So viel ist klar, wenn man während der Dauer des Stromes die am unteren Ende der Schraube angeknüpfte Masse der elektrodynamischen Wirkung überlässt, so wird bei der Annäherung der Windungen an einander ein Gegenstrom inducirt, mit andern Worten, der Strom geschwächt, und mithin der Verbrauch an Brennmaterial in der Kette ver-

mindert. Dem Princip der Erhaltung der Energie wird dabei genügt, indem nach Joule's Gesetz die Wärmeentwickelung in quadratischem Verhältniss der Stromstärke d. h. noch mehr als die Verbrennung eingeschränkt wird. Oeffnet man am Ende der Zusammenziehung der Schraube den Strom, so vermehrt, wie schon bemerkt, für einen Augenblick der gleichgerichtete Oeffnungsinduktionsstrom die Intensität des Kettenstromes und damit den Verbrauch an Brennmaterial und die Wärmeentwickelung, und zwar in höherem Maasse als diese beiden Posten bei der Schliessung des Stromes durch die Induktion des entgegengesetzten Stromes vermindert werden, denn jetzt sind die Windungen der Schraube einander näher als zu Anfang und üben also stärkere inducirende Wirkung aufeinander aus. Ob dieser Ueberschuss den Ausfall an chemischem Process während der Arbeitsleistung gerade genau deckt, ihn übertrifft, oder von ihm übertroffen wird, vermag ich nicht zu übersehen. Im ersten mir sehr unwahrscheinlichen Falle würde sich unser zweites Modell dem ersten genau gleichverhalten bezüglich der aufgeworfenen Frage d. h. es hätte bei isometrischem Verlaufe des Aktes genau derselbe Verbrauch an Brennmaterial statt, wie wenn mechanische Arbeit geleistet wird.

In den beiden andern Fällen, die mir, wie gesagt, weit wahrscheinlicher vorkommen, würde beim zweiten Modelle der Verbrauch an Brennmaterial ein anderer sein, wenn mechanische Wirkung ausgeübt wird, als wenn der Akt isometrisch verläuft und zwar kostete die Unterhaltung der gleichen Spannung entweder mehr oder weniger Brennmaterial als die Zusammenziehung mit mechanischer Wirkung nach aussen. Einige freilich nur wenig genaue Versuche an einem Helmholzischen elektrischen Motor, der sich ja ähnlich verhalten dürfte, wie die einfache elektrodynamische Drahtschraube, machen es mir wahrscheinlich, dass der Brennmaterialverbrauch der arbeitenden Maschine geringer ist als der Verbrauch bei dauernder Erhaltung der Spannung durch eine Zeit, die der Summe der Stromzeiten bei arbeitender Maschine gleich ist.

Die gewiss sehr interessannte Frage, wie sich in dieser Beziehung der Muskel verhält, scheint nun mit Hülfe der in meiner oben citirten Schrift beschriebenen Methoden einer experimentellen Beantwortung zugänglich. Es würde ein Missverständniss sein, zu glauben, dass in schon veröffentlichten Versuchen Material

zur Beantwortung der uns beschäftigenden Frage enthalten wäre. Allerdings hat *Heidenhain* schon vor geraumer Zeit die Wärmemenge, welche der gereizte und an der Verkürzung gehinderte Muskel entwickelt, verglichen mit der, welche er bei freier mechanische Arbeit leistender Zuckung liefert und bekanntlich fand er die letztere bedeutend kleiner. Dies sind aber nicht die beiden Fälle, welche es jetzt zu vergleichen gilt, denn bei der freien Zuckung ist in keinem Augenblicke die potentielle mechanische Energie, welche die Arbeit zu leisten scheint, als solche sichtbar vorhanden. Um unsere Frage zu beantworten, muss der Muskelakt so geleitet werden, dass nach der Reizung zuerst ohne Verkürzung die volle Spannung (die potentielle Energie) sichtbar zu Stande kommt und dann muss ihr gestattet werden, Arbeit bei Verkürzung des Muskels zu leisten. Da kann es sich dann zeigen, ob diese Arbeit auf Kosten der vorher zur Erzeugung der Spannung geleisteten chemischen Arbeit geschieht oder ob neue Verbrennungen nöthig sind, oder ob vielleicht drittens die mechanische Arbeit sogar weniger Verbrennung erfordert, als die blosse weitere Erhaltung der allmählich schwindenden Spannung bei weiterem rein isometrischem Verlaufe der Zuckung bis ans Ende. Hierzu bedarf es aber der oben erwähnten neuen Methoden, welche in der citirten Schrift beschrieben sind.

Dem Versuchsplane ist nur noch eine Erinnerung vorauszuschicken.

Der gesammte Betrag des Verbrauches an Brennmaterial beim Muskelakte ist leicht zu messen, als im Muskel entstandene Wärmemenge resp. Temperaturerhöhung des Muskels, wenn man den Akt allemal so verlaufen lässt, dass schliesslich keine äussere Wirkung ausgeübt ist, dass also ein etwa zeitweilig gehobenes Gewicht schliesslich wieder herabfällt. Die beiden Arten des Zuckungsverlaufes kann man auf folgende Weise zu Stande bringen.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Versuche beziehe ich mich der Kürze wegen ohne Weiteres auf Seitenzahlen und Figuren meiner Schrift über „Arbeitsleistung und Wärmeentwickelung bei der Muskelthätigkeit“. Es sei das S. 11 und 166 beschriebene Präparat in der Fig. 1 dargestellten Weise im Myographion befestigt, und die vordere Schneide der Thermosäule (s. S. 166) zwischen die Muskelmassen eingeschoben. Auf die

Wagschale des Myographion wird ein Gewicht (meist waren es 200 gr) aufgelegt und nun das den Stahlhebel mit dem Spannungszeiger verbindende Häckchen c Fig. 1 eingehängt und mittels einer im Verbindungsstück zwischen Muskel und Stahlhebel ausserhalb der feuchten Kammer angebrachten kleinen Schraubenvorrichtung der Hebel noch soweit gehoben, dass bei gerade gestrecktem Verbindungsfaden der Spannungszeiger auf Null einsteht. Die wirkliche Anfangsspannung des Muskels selbst ist alsdann nicht Null, sondern $^1/_{10}$ von der auf der Schale liegenden Last. Man kann nun durch einen auf den Nerven wirkenden Induktionsschlag eine Zuckung auslösen, welche, wenn keine weitere Vorrichtung ins Spiel tritt, isometrisch verläuft. Die Spannungskurve zeichnet sich an die S. 95 beschriebene und Fig. 23 abgebildete Trommel an und die Ablenkung des Thermomultiplikators, aus der ersten Schwingung bestimmt, gibt das Maass für die entwickelte Wärme resp. für den Verbrauch an Brennmaterial.

Man kann nun aber den isometrischen Verlauf der Zuckung in einem beliebigen Stadium abbrechen und dem Muskel gestatten, sich zusammenzuziehen mit Hebung der auf der Wagschale liegenden Last. Hierzu dient eine Vorrichtung, deren Funktion auch ohne besondere Abbildung leicht verständlich sein wird. In der citirten Schrift ist S. 57 schon erwähnt, dass an das den Hebel mit dem Spannungszeiger verknüpfende Häckchen ein Faden zum Abziehen desselben befestigt ist. Dieser Faden wird so an einen federnden Stahlstreif angebunden, dass er schlaff ist, wenn man den Stahlstreif niederbiegt, dass aber dieser letztere beim Emporschnellen in die Gleichgewichtslage den Faden spannt und das Häckchen abzieht. An dem freien Ende des Stahlstreifes ist nun noch ein zweiter Faden angeknüpft, der an seinem Ende ein kleines Eisenstück trägt, das so lange der Stahlstreif sich in der Gleichgewichtslage befindet, in einiger Entfernung über einem Elektromagnet schwebt. Durch Herabziehen des Eisenstückes bis zu den Polen des Elektromagnetes biegt man den Stahlstreif herunter soweit, dass das Häckchen am Spannungszeiger eingehängt werden kann, und dass dieser mithin, so lange der Elektromagnet das Eisenstückchen festhält, die Verbindung mit dem Spannungszeiger herstellt. Sowie dann aber der den Elektromagneten umkreisende Strom unterbrochen wird, schnellt der Stahlstreif auf, reisst das Häck-

chen ab und der Muskel kann sich zusammenziehend den Hebel aufwerfen. Nach dem Wurfe fällt er unter der Last auf der Schale wieder herab und zuletzt ist der zur Ruhe zurückgekehrte Muskel wieder wie zu Anfang mit dieser Last im Gleichgewichte, so dass keinerlei äussere Arbeit geleistet ist und man also in der entwickelten Wärme das Maass der während des ganzen Aktes geschehenen chemischen Processe vor sich hat.

Um nun, wie es der entwickelte Versuchsplan verlangt, in einem bestimmten Augenblicke den reizenden Induktionsschlag dem Nerven beizubringen und dann in einem bestimmten Stadium der bis dahin isometrisch verlaufenden Zuckung das Häckchen abreissen zu lassen, sind an der unteren Fläche der Trommel des Myographion zwei Zapfen angebracht, welche in je nach der Stellung kürzerem oder längerem Zeitintervalle zwei Contakte unterbrechen. Der erste Contakt ist eingeschaltet in den primären Strom des Induktors, dessen sekundärer Kreis den Nerven enthält. Der zweite Contakt schliesst den Strom des vorhin erwähnten Elektromagneten.

Ein Versuch dieser zweiten Art verläuft also folgendergestalt. Nachdem Alles wie oben beschrieben vorgerichtet ist, werden die beiden in geeignete Entfernung gestellten Contakte geschlossen, das Häckchen des Spannungszeigers kann also eingehängt werden. Nachdem dies geschehen ist, wird die Trommel auf die loc. cit. S. 96 beschriebene Weise in Bewegung gesetzt. Sowie nun der eine Zapfen den ersten Contakt öffnet, erfolgt der Induktionsschlag und die Zuckung verläuft anfangs isometrisch, der Zeichenstift des Spannungszeigers verzeichnet seine abwärts von der Abscissenlinie gehende Curve, während der Zeichenstift des Hebels sich nur um eine Spur über seine Abscissenlinie erhebt und eine nahezu gerade Linie weiter zeichnet.

In dem Augenblicke, wo die Spannung den höchsten Grad erreicht hat — wir wollen annehmen, für diesen Zweck sei die Entfernung der beiden Contakte bemessen gewesen — öffnet sich der zweite Contakt, das Häckchen wird losgerissen, damit bricht die Curve des Spannungszeigers plötzlich ab, sein Zeichenstift registrirt einige rapide selbständige Schwingungen und in demselben Augenblicke hebt sich der Zeichenstift des Hebels aus seiner geraden Linie, um eine Wurfkurve zu verzeichnen.

Fig. 1 (dieser Abhandlung) gibt ein Bild von den graphischen Ergebnissen einer Versuchsreihe, welche sich aus abwech-

selnden rein isometrischen und mit Wurf endigenden Zuckungen zusammensetzt.

Vom ruhenden Zeichenstift des Hebels werden wagrechte Linien in der Höhe *a b*, vom ruhenden Zeichenstifte des Spannungszeigers wagrechte Linien *c d* gezeichnet. Die Schaar von fast sich deckenden Curven *c e d*, welche unter *c d* herabsteigen, ist das graphische Ergebniss derjenigen Versuche der Reihe, bei welchen die Zuckung ohne Loslassen des Hebels rein isometrisch verlief. Aus dieser Schaar erheben sich zwei steil aufsteigende Striche mit 6 und mit 8 bezeichnet nach kurzem Knicke. Sie entsprechen zwei Versuchen der zweiten Art. Die steil aufsteigenden Striche stellen die Anfänge der raschen Schwingungen dar, in welche natürlich der Spannungszeiger geräth, sowie seine Verknüpfung mit dem Hebel gelöst ist. Der weitere Verlauf dieser Schwingungen ist um die Figur nicht zu verwirren, weggelassen. In diesen mit No. 6 und No. 8 bezeichneten Versuchen unserer Reihe muss nun der Zeichenstift des grossen Hebels an den betreffenden Stellen die gerade (oder ganz leicht nach oben ausgebogene) Linie *a b* verlassen, um eine nach oben steigende Wurfkurve zu verzeichnen. Die beiden Wurfkurven sind ebenfalls mit den Zahlen 6 und 8 bezeichnet. In dem Versuche No. 6 geschah, wie die Anschauung unmittelbar zeigt, die Befreiung des Muskels erst zu einer Zeit, wo die Spannung schon sehr gesunken war, daher denn auch die Wurfskurve nur eine geringe Höhe erreichte. In dem Versuche No. 8 erfolgte die Befreiung in dem Augenblicke, wo der Muskel eben das Maximum der Spannung erreicht hatte, welchem Umstande eine sehr steil ansteigende, hoch hinaufgehende Wurfkurve entspricht.

Dies eine graphische Beispiel wird den Gang der Versuche anschaulich zu machen genügen. Von den übrigen Versuchsreihen gebe ich nur die beobachteten Wärmeeffekte numerisch in tabellarischer Zusammenstellung, zu deren Verständniss nur noch wenige Worte nöthig sind.

Man weiss aus den Versuchen *Heidenhains* und anderer Forscher, dass die Wärmeentwickelung bei der Zuckung, auch wenn alle übrigen Bedingungen möglichst gleich gehalten werden, mit der Ermüdung abnimmt. Man kann also, wenn zwei Versuche verschiedener Art aufeinander folgen und der spätere Versuch weniger Wärme liefert, nicht ohne Weiteres schliessen, dass unter den Bedingungen des späteren Versuches überall

weniger Wärme frei wird als unter den Bedingungen des früheren, denn es könnte ja die Ermüdung durch den ersten Versuch allein schon die Verringerung der Wärmeentwickelung herbeigeführt haben. Diesen Ermüdungseinfluss gilt es also zu eliminiren und dies kann einigermassen geschehen durch den von *Ed. Weber* in die Methodik der Muskelphysiologie eingeführten Kunstgriff. Man lässt Versuche der beiden Arten regelmässig wechseln und vergleicht das numerische Ergebniss eines Versuches der einen Art mit dem arithmetischen Mittel aus den Ergebnissen des vorhergehenden und des nachfolgenden Versuches der andern Art.

Auf diese Art sind die Zahlen der dritten Spalte in der nachstehenden Tabelle berechnet, und es ist allemal auf gleiche Linie neben einem einzelnen Versuch in der zweiten Spalte das Mittel aus dem vorhergehenden und nachfolgenden Versuche der andern Art in der 3ten Spalte verzeichnet. Vergleichbar sind also immer nur 2 auf gleicher Linie nebeneinanderstehende Zahlen. Um leicht sichtbar zu machen, ob die grössere Ablenkungszahl einer isometrischen oder einer Wurfzuckung entspricht, sind alle Zahlen, welche sich auf Wurfzuckungen beziehen, fett gedruckt, mögen sie nun in der zweiten Spalte stehend einzelnen Versuchen entsprechen, oder als Mittel aus je zwei Wurfversuchen in der dritten Spalte stehen.

Bezeichnung der Versuchsweise	Ablenkung des Thermomultiplikators	Mittel aus dem vorhergehenden u. nachfolgenden Versuche.	Bemerkungen.
	Versuchsreihe vom 20. IV. 1882 Vormittags.		
Isometrisch	33		
Mit Wurf	**27**	29	
Isometrisch	25	**29,5**	
Mit Wurf	**32**	28	
Isometrisch	31		
	Versuchsreihe vom 20. IV. Nachmittags.		
Isometrisch	18		
Mit Wurf	**21**	17	
Isometrisch	16	**20**	
Mit Wurf	**19**	16,5	
Isometrisch	17		
	Versuchsreihe vom 26. IV. 1882.		
Isometrisch	18		
Mit Wurf	**17**	16,5	Wurf erst am Ende der Zuckung
Isometrisch	15	**17,5**	
Mit Wurf	**18**	14,5	
Isometrisch	14		

Bezeichnung der Versuchsweise	Ablenkung des Thermo-multiplikators	Mittel aus dem vorhergehenden u. nachfolgenden Versuche	Bemerkungen.
	Versuchsreihe vom 29. IX. 1882.		
Isometrisch	22		
Mit Wurf	**22**	20	
Isometrisch	18	**21,5**	
Mit Wurf	**21**	18,5	
Isometrisch	19	**23,5**	
Mit Wurf	**26**		
	Versuchsreihe vom 30. IX. 1882.		
Isometrisch	30		
Mit Wurf	**36**	26,5	
Isometrisch	23	**36,5**	
Mit Wurf	**37**	24	
Isometrisch	25		
Isometrisch	29		Auch die graphische Darstellung dieser Versuchsreihe zeigt grosse Regelmässigkeit. Die Wurfhöhen sind meist bedeutend.
Mit Wurf	**29**	25,5	
Isometrisch	22	**29**	
Mit Wurf	**29**	22,5	
Isometrisch	23	**28**	
Mit Wurf	**27**	22	
Isometrisch	21	**29**	
Mit Wurf	**31**	21,5	
Isometrisch	22	**28,5**	
Mit Wurf	**26**	22,5	
Isometrisch	23	**26,5**	
Mit Wurf	**27**	22	
Isometrisch	21	**27,5**	
Mit Wurf	**28**	23	
Isometrisch	25		
Freie Zuckung	21		
	Versuchsreihe vom 5. X. 1882.		
Isometrisch	17		In diesen Versuchsreihen waren die Wurfhöhen sämmtlich sehr gering.
Mit Wurf	**16**	18,5	
Isometrisch	20	**18.5**	
Mit Wurf	**21**	21	
Isometrisch	22	**19,5**	
Mit Wurf	**18**	19	
Isometrisch	16	**15.5**	
Mit Wurf	**13**		
	Versuchsreihe vom 16. X. 1882.		
Isometrisch	23		
Mit Wurf	**22**	22,5	
Isometrisch	23	**23**	
Mit Wurf	**24**	20	Sehr bedeutender Wurf.
Isometrisch	17	**20,5**	
Mit Wurf	**17**		

Ueberblickt man die vorstehende Tabelle und vergleicht die nebeneinanderstehenden Zahlen, so springt sofort in die Augen, dass mit einigen Ausnahmen die Wurfzuckungen grössere Ablenkungen des Multiplikators also grössere Wärmemengen geliefert haben, als die isometrischen, oder dass bei den Wurfzuckungen ein grösserer Verbrauch an Brennmaterial stattgefunden hat, da ja auch bei ihnen das volle Aequivalent der Verbrennungen als Wärme erscheinen musste. Die einzige Versuchsreihe, welche durchweg ein entgegengesetztes Verhalten aufweist, ist die vorletzte, doch sind hier die Differenzen sehr gering und überdies gehört sie schon fast zu den gänzlich misslungenen, da, wie am Rande bemerkt ist, die Wurfhöhen in ihr sämmtlich äusserst geringe waren. In den übrigen Reihen kommen nur einige wenige Ausnahmen vor, die man wohl besonderen Zufälligkeiten auf Rechnung zu setzen berechtigt ist. In der gelungensten und längsten von allen Versuchsreihen (30. IX. 82) kommt nicht eine Ausnahme vor und die Differenzen sind so gross, dass jeder Gedanke an Zufälligkeiten und Versuchsfehler ausgeschlossen ist. Ich glaube hiernach wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit die eingangs gestellte Frage dahin beantworten zu dürfen: Bei einer einfachen Zuckung, welche anfangs isometrisch verläuft, wird nicht in diesem ersten Stadium ein Vorrath mechanischer potentieller Energie erzeugt, welcher im zweiten Stadium ohne weitere chemische Processe zu mechanischer Leistung verwendbar wäre, vielmehr löst die Zusammenziehung auf der Höhe der Spannung neue chemische Processe aus, deren Betrag noch grösser ist als der Betrag der chemischen Processe welche höchst wahrscheinlich auch dann im zweiten Stadium der Zuckung stattfinden, wenn die ganze Zuckung isometrisch verläuft.

Das Ergebniss meiner Versuche war nicht wohl vorauszusehen, man hätte eher das Entgegengesetzte erwarten dürfen. In der That schien nach den Untersuchungen *Heidenhain*'s vorzüglich die Spannung massgebend für den Stoffverbrauch. Man hätte hiernach vermuthen können, dass eine ganz isometrisch verlaufende Zuckung mehr Brennmaterial beanspruche als eine anfangs isometrisch dann mit Verkürzung verlaufende, da bei ersterer durch längere Zeit hohe Spannungswerthe zu erhalten

sind. Bei näherer Ueberlegung sieht man indessen sogleich, dass aus den bisher bekannten Erscheinungen überhaupt keine gegründete Vermuthung über das zu erwartende Ergebniss der hier mitgetheilten Versuche geschöpft werden konnte, da die letzteren unter ganz abweichenden Bedingungen angestellt sind, die sich nur mit Hülfe der neuen Methoden verwirklichen liessen. Die einzigen älteren Versuche, welche mit den vorliegenden in einigen Punkten Aehnlichkeit haben, sind die *Heidenhain*'schen Versuche mit Ueberlastung, und ich vermuthe in der That, dass bei solchen Versuchen vielleicht unter Umständen eine Zuckung, mit überwindbarer Ueberlastung eine grössere Wärmemenge liefert als eine mit unüberwindlicher (isometrische), obgleich bei Ueberlastungsversuchen anders wie bei der gegenwärtigen die Zusammenziehung immer nur in das Stadium der wachsenden Spannung fallen kann.

Nehmen wir als bewiesen an, dass bei einer einfachen Zuckung niemals ein Vorrath von mechanischer potentieller Energie verfügbar wird, oder ohne neue Verbrennung wie die Energie einer gespannten Feder zu mechanischen Leistungen verwendet werden kann, so könnte man doch immer noch vermuthen, dass sich die Sache beim Tetanus anders verhielte. Auf jeden Tetanus folgt eine oft sehr lange dauernde Verkürzung des Muskels, die nur sehr allmählig schwindet und die wohl jeder geneigt ist anzusehen als einen neuen Gleichgewichtszustand — gewissermassen als eine Schrumpfung — während dessen im Innern der Muskelsubstanz keine lebhaften chemischen Processe stattfinden. Dieser neue Zustand ist um so stärker entwickelt und dauert um so länger, je länger der Tetanus gedauert hat. Lässt man einen Tetanus mit Hilfe des Spannungszeigers isometrisch verlaufen, so zeigt diese Vorrichtung nach beendetem Reize den veränderten Zustand der Muskeln in einem Rückstande von Spannung an, wie das gewöhnliche Myographion den Rückstand der Verkürzung. Hier wo es sich um einen ganze Sekunden dauernden Zustand handelt, drängt sich doch von Neuem die Frage auf: Sollte da nicht bei verhinderter Verkürzung potentielle Energie in rein mechanischer Form vorhanden sein, die ohne neue Steigerung des chemischen Processes verwendbar ist. Ich sage mit Absicht „Steigerung des chemischen Processes," denn irgend ein chemischer

Process muss ja in dem nach beendeten Tetanus allmählich sich wieder ausdehnenden resp. wieder erschlaffenden Muskel stattfinden, da ja ohne innere Veränderung die Beziehung zwischen Spannung und Länge der Fasern auch keine Aenderung erfahren könnte. Wir werden uns aber diesen Process doch von ganz anderer Art vorstellen als den, welcher die Spannung resp. die Verkürzung ursprünglich erzeugt und dass dieser wieder angefacht werden sollte lange nach Aufhören des Reizes durch die blosse Freigebung des Muskelendes hat wenig Wahrscheinlichkeit.

Ich habe versucht, auch diese Frage experimentell zu entscheiden. Die Aufgabe ist jetzt offenbar folgende: Der Muskel ist während einer genau bestimmten Zeit (vom Nerven aus) zu tetanisiren. Während der Dauer des Reizes ist er allemal an der Verkürzung zu verhindern. Nach Beendigung des Reizes, während die Spannung sinkt, ist dann in Versuchen einer Art dem Muskel eine gewisse Masse zum freien Emporschnellen zu überlassen, während er bei den Versuchen der anderen Art bis zu vollständiger Wiedererschlaffung an der Verkürzung gehindert bleibt. In allen Fällen aber wird die Erwärmung durch Thermosäule und Multiplikator gemessen. Es braucht wohl kaum ausdrücklich erwähnt zu werden, dass auch hier in den Versuchen mit mechanischer Arbeit, diese letzteren durch schliessliches Herabfallen der zeitweise gehobenen Last wieder rückgängig gemacht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienten im wesentlichen dieselben Vorrichtungen wie zu den Zuckungsversuchen. Nur mussten zur Reizung der Nerven und zum Abreissen des den Myographionhebel mit dem Spannungszeiger verknüpfenden Häckchens etwas andere Veranstaltungen getroffen werden. Zum Tetanisiren diente der in Ludwigs Laboratorium konstruirte von *Bohr*[1]) beschriebene Schlagwähler so justirt, dass er nur Oeffnungsschläge liefert. Ich muss indessen hier beiläufig sagen, dass ich bei dieser sowohl wie bei vielen unten zu beschreibenden Versuchen den sehr sinnreich konstruirten Apparat keineswegs einem gewöhnlichen *Wagner*'schen Hammerwerke sehr überlegen fand, bezüglich der Gleichmässigkeit des erzeugten Tetanus. Um die vom Schlagwähler gelieferte unbegränzte Reihe von Induktionsschlägen während einer begränzten immer gleichen Zeit auf den Nerven

---

[1]) Arch. f. Anat. u. Physiolog., physiolog. Abth. 1882. S. 223 u. ff.

des Präparates wirken zu lassen, diente folgende Vorrichtung. Ein grosses Pendel mit Laufgewicht an der oberen Verlängerung der Stange (ähnlich einem Metronom), wurde immer aus derselben Elongation von einem Elektromagnet losgelassen und nach Vollendung seines Hin- und Herschwingens von demselben wieder aufgefangen, indem der Strom des Elektromagnets nur für ganz kurze Zeit unterbrochen und dann wieder hergestellt wurde. An dem Pendel ist ein Platindrahtbügel befestigt, dessen beide Enden beim Hinschwung in zwei Quecksilbergefässe eintauchen und sich also beim Rückschwunge wieder herausheben. Die Zeit, während welcher der Bügel eine Brücke zwischen den beiden Quecksilbergefässen bildet, kann somit verändert werden durch höher und tiefer Stellen der Gefässe oder durch Aenderung der Schwingungsdauer des Pendels, die bis auf 4″ gebracht werden kann. Die beiden Quecksilbergefässe mit dem Bügel bilden einen Theil des Kreises, in welchem die sekundäre Rolle des Induktionsapparates des Schlagwählers und des Nerven enthalten sind, so dass der Nerv so lange Schläge erhält, als der Bügel mit beiden Enden in Quecksilber eintaucht.

Durch einen etwas verwickelten Kunstgriff, dessen Beschreibung füglich unterbleiben kann, unterbricht das Pendel kurz nach Auftauchen des Bügels aus dem Quecksilber den Strom desjenigen Elektromagnets, der die Feder am Myographion hindert, das Häckchen vom Hebel abzureissen. Die Zwischenzeit kann ebenfalls durch Verstellung zweier Quecksilbergefässe verlängert und verkürzt werden. Wird diese zweite Vorrichtung gar nicht in Spiel gesetzt, so bleibt das Häkchen des Spannungszeigers am Hebel hängen und das Stadium der Erschlaffung nach dem Tetanus verläuft ebenso isometrisch wie dieser selbst.

Der Ausführung recht entscheidender Versuche stellen sich, wie man leicht sieht, eigenthümliche, in der Natur der Sache liegende Schwierigkeiten in den Weg. Man sollte nämlich eigentlich den auf den Tetanus folgenden Contrakturzustand in recht hohem Maasse entwickeln. Dazu gehört aber ein lange dauernder Tetanus und ein solcher ist für unsere Versuche aus verschiedenen Gründen nicht verwendbar. Einmal ermüdet ein lange dauernder Tetanus den Muskel so, dass nicht viele vergleichbare Versuche nach einander mit demselben Objekt angestellt werden können. Zweitens wird bei einem lange dauernden

Tetanus schon ohnehin so viel Wärme entwickelt, dass die kleinen Unterschiede, welche bei den zwei Versuchsweisen zu erwarten sind, leicht durch andere zufällige Unterschiede verwischt werden können. Endlich muss die Dauer des ganzen Versuches kleiner sein als die Schwingungsdauer der Magnetnadel. Man kann somit die Dauer des Tetanus nicht über 1 oder höchstens 2″ Sekunden ausdehnen, und auf einen so kurz dauernden Tetanus folgt auch nur ein kurz dauernder Contrakturzustand. Da muss denn bei den Wurfversuchen die Auslösung des Hebels sehr kurze Zeit nach Beendigung des Reizes bewerkstelligt werden, was eine sehr subtile Einstellung der diese Auslösung bewirkenden Stromunterbrechung erfordert. Da aber die dazu dienende Vorrichtung in den Tetanusversuchen nicht so einfach sein konnte wie in den Zuckungsversuchen, so traten sehr leicht Störungen durch zu frühe oder zu späte Auslösung des Myographionhebels ein. Dazu kommt noch, dass Tetanusversuche, selbst wenn die Dauer des Tetanus auf 1 bis 2″ beschränkt bleibt, den Muskel viel mehr verändern als Zuckungsversuche. Es hat daher viel grössere Schwierigkeiten, eine regelmässige Versuchsreihe mit Tetanus als mit Zuckung zu Stande zu bringen und man begreift, dass unter den vielen Versuchsreihen, die ich angestellt habe, nur wenige als wirklich gelungen betrachtet werden konnten.

Der Gang eines Tetanusversuches mit Wurf im Stadium des Wiedererschlaffens wird anschaulich durch Fig. 2 (dieser Abhandlung) welche die graphische Darstellung eines solchen Versuches in genauer Copie gibt. Die Curven erscheinen weniger gestreckt, weil die Myographiontrommel nicht so schnell gedreht wurde wie in den Zuckungscurven. Man sieht, wie die Curve des Spannungszeigers, die unter die wagrechte Linie a b herabgeht, beim Punkte c schon wieder anfängt aufwärts zu biegen, den Beginn der Erschlaffung beim Aufhören des Reizes anzeigend. Im Punkte d knickt sie sodann plötzlich in einen Zickzack ab, der die freien Schwingungen des losgelassenen Spannungszeigers zur Darstellung bringt. Der Zeichenstift des Hebels erhebt sich aus der horizontalen f g nur eine Spur, solange der Hebel mit dem Spannungszeiger verknüpft ist, beim Punkte h aber, zeitlich entsprechend dem Punkte d in der Spannungscurve, steigt der frei gewordene Hebel schnell auf und sein Zeiger zeichnet die in einige Schwingungen auslaufende Wurfcurve h l m. Die Dauer der Reizung betrug in allen Versuchen etwa 1,33″.

Die numerischen Ergebnisse von 4 einigermassen regelmässig verlaufenen Versuchsreihen sind in nachstehender Tabelle verzeichnet, die nach den Erklärungen über die Tabelle S. 11 ohne Weiteres verständlich ist. Auch sind um die Vergleichung zu erleichtern, alle Zahlen, welche auf Wurfversuche Bezug haben, fett gedruckt.

Bezeichnung der Versuchsweise	Ablenkung des Thermomultiplikators	Mittel aus dem vorhergehenden u. nachfolgenden Versuche	Bemerkungen
Versuchsreihe vom 20. IV. 1883.			
Isometrisch	99		
Mit Wurf	**101**	89,5	
Isometrisch	80	**89,5**	
Mit Wurf	**78**	72,5	
Isometrisch	63	**68**	
Mit Wurf	**58**	56,5	
Isometrisch	50	**53**	
Mit Wurf	**48**	47	
Isometrisch	44	**44,5**	
Mit Wurf	**41**	40	
Isometrisch	36	**36,5**	
Mit Wurf	**32**		
Versuchsreihe vom 23. IV. 1883.			
Isometrisch	90		Die Curven dieser Reihe zeigen bei den Wurfversuchen eine sehr frühe Auslösung des Hebels, vielleicht noch vor vollständigem Ablauf des Reizes.
Mit Wurf	**109**	76,5	
Isometrisch	63	**107**	
Mit Wurf	**105**	61	
Isometrisch	59	**104,5**	
Mit Wurf	**104**	59,1	
Isometrisch	60	**89,5**	
Mit Wurf	**75**	66,5	
Isometrisch	73	**84,5**	
Mit Wurf	**94**	60,5	
Isometrisch	48	**80,5**	
Mit Wurf	**67**	53,5	
Isometrisch	59		
Freier Tetanus	21		
Versuchsreihe vom 24. IV. 1883.			
Isometrisch	179		
Mit Wurf	**163**	172	Sehr kleiner Wurf.
Isometrisch	166	**162**	
Mit Wurf	**161**	158	
Isometrisch	151	**144**	
Mit Wurf	**128**	126	
Isometrisch	101		

Bezeichnung der Versuchsweise	Ablenkung des Thermo-multiplikators	Mittel aus dem vorhergehenden u. nachfolgenden Versuche	Bemerkungen
	Versuchsreihe vom 27. IV. 1883.		
Isometrisch	198		
Mit Wurf	**181**	185	
Isometrisch	172	**160**	
Mit Wurf	**139**	145	
Isometrisch	118	**129**	
Mit Wurf	**120**		

Im Ganzen scheinen die Zahlen der vorliegenden Tabelle dafür zu sprechen, dsss auch der einem Tetanus folgende Contrakturzustand nicht als ein solcher betrachtet werden kann, in welchem durch vorausgegangene chemische Arbeit erzeugte potentielle Energie in mechanischer Form vorhanden wäre, die nun ohne Weiteres für mechanische Leistungen verwandt werden könnte; denn fast durchgängig sind auch hier wie bei den Zuckungsversuchen die Wärmemengen in den Wurfversuchen grösser als in den isometrischen. Wo Abweichungen vorkommen, sind sie klein und unregelmässig.

Eine besondere Betrachtung verdient noch die zweite Reihe der Tabelle (überschrieben 23. April 1883). Hier übertreffen die bei den Wurfversuchen entwickelten Wärmemengen die der isometrischen in einem ganz unerwarteten Maasse. Die daneben stehende Bemerkung weist nun in der That auf einen besonderen Umstand hin, dass nämlich die Befreiung des Hebels vielleicht etwas vor Beendigung des Reizes geschah. Hierauf deutet nämlich die Form der Curven in der graphischen Darstellung. Wenn sich dies wirklich so verhielt, dann lehrt uns die fragliche Reihe noch etwas Neues. Sie zeigt nämlich dann, dass ein Reizanstoss im schon gespannten Muskel eine intensivere Verbrennung auslöst, wenn dem Muskel gestattet ist, sich zu kontrahiren, als wenn der neue Reizanstoss bloss dazu führt, die bestehende Spannung bei gleicher Länge zu erhalten.

Durch die vorstehend erörterten Versuche dürfte wenigstens mit grösster Wahrscheinlichkeit bewiesen sein, dass im Muskel nicht zum Voraus potentielle mechanische Energie durch chemische Arbeit erzeugt und zu mechanischen Leistungen verfügbar gehalten werden kann, dass vielmehr der die mechanischen Leistungen compensirende chemische Process nothwendig zur Zeit dieser Leistungen selbst stattfinden muss. Der innere Mecha-

nismus der Muskelsubstanz wäre hiernach in dieser Beziehung eher dem einer electro-dynamischen Maschine vergleichbar, als dem eines Apparates, in welchem durch Explosionen elastische Körper gespannt werden, die dann durch ihre rein mechanischen Kräfte die Arbeit leisten.

Im Anschlusse an die hier mitgetheilten Versuchsreihen habe ich eine ältere Untersuchung mit den vervollkommneten Hülfsmitteln wiederholt, die eine Frage behandelte, welche mit der eingangs aufgeworfenen in Zusammenhang steht. In einer vor 10 Jahren erschienenen Abhandlung[1]) habe ich nachgewiesen: Wenn man einem Muskel, der bei merklich gleicher Spannung erhalten wird, während einer bestimmten Zeit vom Nerven aus periodisch Reizanstösse ertheilt und die Frequenz derselben von Versuch zu Versuch wachsen lässt, so wächst der durch die Wärmeentwickelung gemessene Stoffumsatz im Muskel nicht von Versuch zu Versuch. Es ist vielmehr bei einer gewissen Frequenz, bei welcher der Muskel in der bestimmten Zeit möglichst viele vollständig getrennte Zuckungen ausführt, die entwickelte Wärmemenge grösser als bei höheren Frequenzen, die einen stetigen Tetanus hervorbringen. Erst bei sehr viel höheren Werthen der Reizfrequenz kann die Wärmemenge erreicht werden, welche bei den getrennten Zuckungen entwickelt wird. Diese mich selbst damals sehr überraschende Erscheinung beweist offenbar, dass fortwährend konstante Spannung vorausgesetzt, ein neuer Reiz im Muskel einen viel ausgiebigeren Stoffumsatz anregt, wenn er ihn nach vorhergegangener Wiederausdehnung zu einer neuen Zusammenziehung veranlasst, als wenn er bloss eine vorhandene Verkürzung (Fall des Tetanus) e r h ä l t, mag auch diese aufrecht erhaltene Verkürzung bedeutender sein als jene neue Verkürzung des anderen Falles. Oder jene Thatsache beweist, dass bei jeder Wiederausdehnung des Muskels ein namhafter Stoffumsatz im Muskel stattfindet; in der That k ö n n t e man ja annehmen, „jeder neue Reizanstoss löst denselben Betrag von Stoffumsatz aus, mag er so rasch auf den vorhergehenden folgen, dass nur die bestehende Verkürzung erhalten wird oder so lang-

[1]) Ueber die Wärmeentwickelung bei Zusammenziehung der Muskeln. Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe *Carl Ludwig* gewidmet. Leipzig 1874. S. 153.

sam, dass vorher eine Wiederausdehnung stattfinden kann, aber im letzteren Falle bedingt eben diese Ausdehnung einen Stoffumsatz, welcher im ersteren nicht eintritt". In der That würde auch diese Annahme erklären, dass bei getrennten isotonischen Zuckungen mehr Wärme frei wird als bei isotomischem Tetanus von gleicher Dauer. Angesichts der im ersten Theile dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche ist indessen die erste Annahme viel wahrscheinlicher, wenn sie auch die zweite keineswegs ausschliessen.

Es ensteht nur die Frage, ob ein entsprechendes Maximum der Wärmeentwickelung zu beobachten ist, wenn man bei isometrischem Verlaufe des Muskelaktes periodische Reizanstösse während einer bestimmten Zeit wirken lässt mit von Versuch zu Versuch steigender Frequenz. Diese Frage, so einfach thatsächlich gestellt, ist in der früheren Abhandlung von mir auch schon beantwortet worden. Es heisst nämlich daselbst S. 164: „Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die Bevorzugung derjenigen Häufigkeit der Reize, bei welcher möglichst viele getrennte Zuckungen in der Zeiteinheit entstehen, fortfällt, wenn man den Muskel an der Zusammenziehung ganz hindert. (Isometrischer Verlauf des Muskelaktes). In diesem Falle ensteht einfach um so mehr Wärme, je häufiger die Reizanstösse sich folgen. Ich habe nicht versäumt, mich hiervon durch besondere Versuche zu überzeugen."

So selbstverständlich wie damals erscheint mir die Sache nun jetzt allerdings nicht mehr. Es wäre ja denkbar, dass sich jenem Satze über den isotonischen Verlauf des Muskelaktes folgender über den isometrischen Verlauf ganz analog an die Seite stellte: „Wenn in einer periodischen Reihe von Reizanstössen bei gleichgehaltener Länge der folgende Anstoss den Muskel schon wieder erschlafft trifft und ihn somit von neuem in Spannung versetzt (isometrische Zuckungen), so löst er einen grösseren Betrag von Stoffumsatz aus, als wenn er schneller auf den vorgehenden folgend bloss bewirkt, dass die schon bestehende Spannung erhalten bleibt (isometrischer Tetanus)."

Der so ausgedrückte Satz ist nun durch die in der früheren Abhandlung erwähnten Versuche keineswegs bewiesen. Da nämlich in jenen Versuchen kein Spannungszeiger angewendet war, so konnte ich mich nicht überzeugen, dass in den Versuchen mit geringeren Reizfrequenzen der Zustand des Muskels wirklich

zwischen Spannung und Erschlaffung gewechselt hat. Es könnte ja sein, dass bei isometrischem Verlaufe des Aktes schon bei sehr geringer Reizfrequenz eine annähernd konstante Spannung, ein isometrischer Tetanus erzeugt würde. Es war daher wohl der Mühe werth, die Versuche mit dem Spannungszeiger zu wiederholen, nicht sowohl um nachzuweisen, dass bei behinderter Verkürzung kein Maximum der Wärme bei einer gewissen mässigen Reizfrequenz stattfindet — dies war ja schon bewiesen — als vielmehr um festzustellen, dass wirklich bei den geringeren angewandten Reizfrequenzen ein Wechsel zwischen Spannung und Erschlaffung (getrennte isometrische Zuckungen) stattfinden. Ich habe daher, wie gesagt, die früheren Versuche unter Anwendung des Spannungszeigers wiederholt und wie damals in den isometrischen Versuchsreihen keine Spur eines Maximums der Wärmeentwickelung bemerkt, obwohl nunmehr der Spannungszeiger bei der geringeren Reizfrequenz aufs Deutlichste die getrennten Zuckungen sehen liess. Es mag genügen, zwei der neuen Versuchsreihen mitzutheilen. Die nachstehende Tabelle, welche die neuerlichen Ergebnisse enthält, ist ohne Weiteres verständlich.

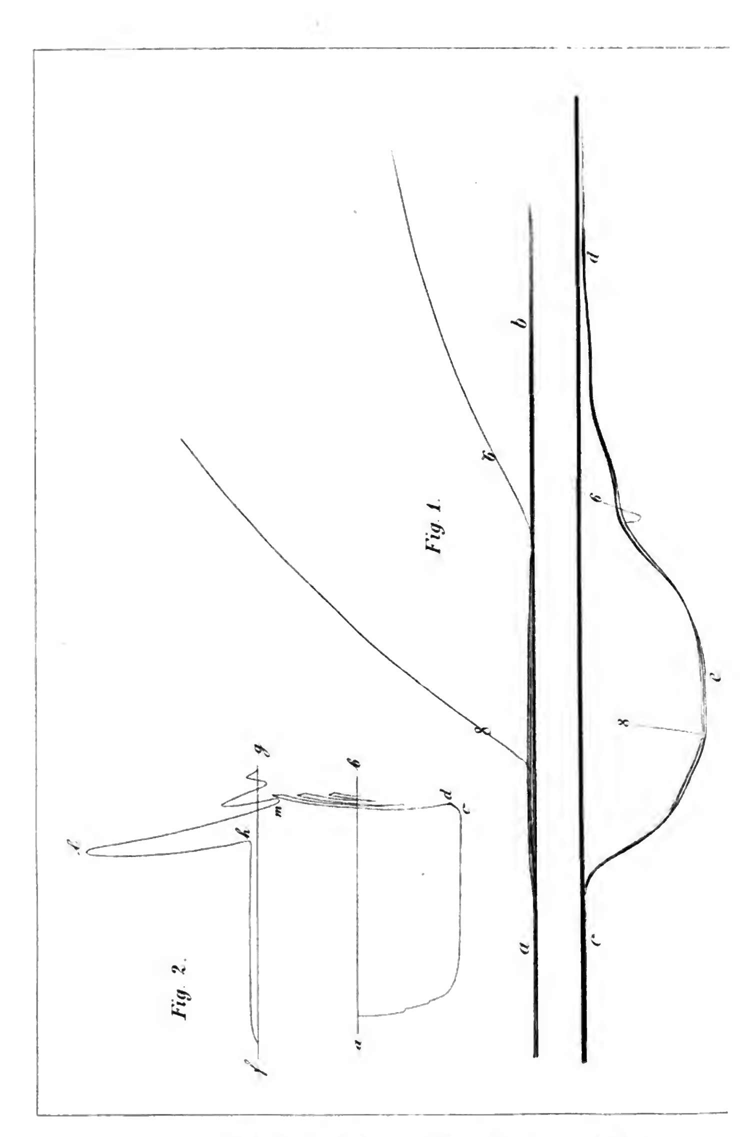
Frequenz der Reize	Entwickelte Wärmemenge (Ablenkung)	Bemerkungen
	Versuchsreihe vom 15. Mai 1883.	
	I. Isotonisch.	
Langsam	48	9 völlig getrennte Zuckungen.
Schneller	**70**	13 fast ganz getrennte Zuckungen.
Noch schneller	40	Tetanus mit Zacken.
Noch schneller	45	Tetanus anfangs zackig.
Noch schneller	56	Tetanus.
	II. Isometrisch.	
Sehr schnell	214	Tetanus.
Weniger schnell	141	Tetanus.
Noch langsamer	83	Etwas zackiger Tetanus.
Ganz langsam	48	10 getrennte Zuckungen.
	Versuchsreihe vom 26. Mai 1883	
	I. Isometrisch.	
Langsam	134	10 fast ganz getrennte Zuckungen.
Schneller	141	13 Zuckungen, die ersten 5 getrennt.
Noch schneller	141	Tetanus.
	II. Isotonisch.	
Schnell	25	Stark zackiger Tetanus.
Langsamer	**40**	13 getrennte Zucknunen
Ganz langsam	34	10 getrenntn Zuckungen.

Die Maxima der isotonischen Reihen sind fett gedruckt.

Die einzige Andeutung eines Maximums in einer isometrischen Versuchsreihe könnte man etwa darin finden, dass in der Versuchsreihe vom 26. Mai 83 beim Tetanus 3. Versuch sub I. die Ablenkung nur 141 Sc.theile beträgt wie im vorhergehenden Versuche mit getrennten Zuckungen. Man muss aber bedenken, dass der Tetanusversuch auf den andern folgte und mithin durch die blosse Ermüdung schon die Wärmeentwiklung beschränkt wurde. Wäre der Tetanusversuch dem andern vorhergegangen, so hätte er gewiss eine sehr merklich grössere Ablenkung als 141 ergeben.

Es ist also nunmehr als erwiesen zu betrachten, dass der Stoffumsatz, der bei gleichbleibender Länge durch einen Reiz ausgelöst wird, wenn er die Spannung erhöht, nicht sehr viel grösser ist als wenn der Reiz bloss Erhaltung einer schon bestehenden Spannung bewirkt, während dagegen ein verkürzender (und folglich Arbeit veranlassender) Reiz einen sehr viel grösseren Stoffumsatz auslöst, als ein eine bestehende Verkürzung bloss erhaltender Reiz. Wir sehen also auch hier wieder die mechanische Arbeit bedingt durch Stoffumsatz welcher gleichzeitig mit ihr Statt hat.

12. Oktober 1884.


Fig. 1.
a
b
c
d
6
8
Fig. 2.
a
b
c
d
f
g
h
k
m

